సాగర శాస్త్రము

లోకోపయోగ విజ్ఞానమాల

సాగర శాస్త్రము

రచన

ఎ.ఎన్.పి. ఉమ్మర్ కుట్టీ

అనువాదం

బూదరాజు రాధాకృష్ణ



నేషనల్ బుక్ ట్రస్ట్, ఇండియా

ప్రకృతికి అనుకూలంగా పునరుత్పాదితమైన
పేపరుతో ఈ పుస్తకం ముద్రించబడినది.

కవరు : సముద్ర గర్భాన్వేషణ వినియోగాలకు సంబంధించి చాలా సున్నితమైన స్థాయి, సాంకేతిక పరిజ్ఞానం అభివృద్ధి చెంది ఇప్పటికీ విశ్వాంతరాళ పరిశోధనకు ధీటైన పద్ధతిలో ఉంది.

ఫోటోలు : గోవాలోని నేషనల్ ఇన్‌స్టిట్యూట్ ఆఫ్ ఓషనోగ్రఫీ వారి సౌజన్యంతో.

ISBN 81-237-1353-3

ప్రథమ ముద్రణ 1996 *(శక 1917)*

Science of the Oceans *(Telugu)*
రూ. 50.00
డైరెక్టర్, నేషనల్ బుక్ ట్రస్ట్, ఇండియా, ఎ-5, గ్రీన్ పార్క్,
న్యూఢిల్లీ - 110016 ద్వారా ప్రచురించబడినది.

అంకితం

మా ప్రియమైన అమ్మ ఎ.ఎన్.పి. జైనాబా

ప్రేమకు జ్ఞాపకార్థంగా

విషయ సూచిక

ప్రకరణం		పేజీ
1.	మహాసముద్ర పరిచయం	1
2.	సముద్రాధిపత్యం	5
3.	మహాసముద్రాలు-భూవిజ్ఞాన, భౌతిక లక్షణాలు	37
4.	సముద్రజల లక్షణాలు	50
5.	అవిశ్రాంత జలాలు	65
6.	సముద్రంలో జీవరాశి	82
7.	జలాంతర్గవేషణలు	120
8.	భవిష్యత్తు	145

ఒకటో ప్రకరణం

మహాసముద్ర పరిచయం

సముద్రాల, మహాసముద్రాల అధ్యయనానికి సముద్రవిజ్ఞానం (Oceanography), లేదా సాగరశాస్త్రం (Oceanology) అనేది సాంకేతికమైన పేరు. సాగరశాస్త్రం సువ్యవస్థితశాస్త్రంగా ఇటీవలిదే కాని అనాదికాలంగా మానవులకు సముద్రాలు బాగా పరిచితమైనవే. మానవుడి అస్తిత్వానికి గాలిలాగానే నీరు కూడా అత్యవసరం. వాస్తవానికి అత్యంత ప్రాచీనకాలంలోని జనావాసాలు మహానదుల ఒడ్డున ఉన్నవే. ప్రాచీన మానవ నాగరికతలకు టైగ్రిస్, యూఫ్రటిస్, నైల్, సింధు నదులే ప్రత్యక్ష సాక్షులు. భూమిమీద వాగులూ నదులూ తమ సహజ గమ్యస్థానమైన సముద్రాల్లోకి, మహాసముద్రాల్లోకి ప్రవహిస్తున్నందువల్ల నదీతీరాల్లో నివసించే ప్రజలు సువిశాల మహాసముద్రాలను త్వరలోనే కనుక్కోగలిగారు. ఇది సముద్ర తీరాల్లోనూ ముఖ్యంగా ప్రపంచంలోని ఉష్ణమండల, ఉపోష్ణ మండల ప్రాంతాల్లోనూ మానవ నాగరకతల ప్రతిష్ఠాపనకు దారితీసింది. వేల సంవత్సరాల క్రితమే దక్షిణభారత సముద్రతీరాల్లో సహనివేశాలు మానవులేర్పరుచుకున్నారు. ప్రాక్పశ్చిమ

సముద్ర తీరాల వెంబడి భూభాగం మొత్తంలో శాంతియుత నాగరకావాసాలను స్థాపించుకొని సరిహద్దు దేశాలతో విస్తృతంగా వాణిజ్య వ్యాపారాలు చేశారు. ప్రాచీన తమిళ సాహిత్యంలోనూ దక్షిణ భారతదేశ మంతటా వ్యాపించి వున్న పురాతన చిహ్నాలలోనూ ఈ సముద్రాంతర వాణిజ్యాభివృద్ధికి కావలసినవన్ని నిదర్శనలున్నాయి.

సాగరతీరాల్లో నివసించే ప్రజలకు సముద్రాన్ని గురించి, దాని లక్షణాలను గురించి పరిచయముంది కాని దేశ మధ్యభాగాల్లో జీవించేవారికి సముద్ర పరిమాణం గురించీ సముద్ర ప్రాముఖ్యాన్ని గురించీ అంతగా తెలియదు. మన భూమిలో నాలుగింట మూడువంతుల ప్రదేశంలో సముద్రాలు ఆవరించి వున్నాయనీ, భూమ్యుపరితలంలోని నాలుగోవంతు భాగంలో మాత్రమే సమస్త దేశాలూ కలిసికట్టుగా నింపుతున్నాయనీ తెలుసుకోవటం వారికి ఆసక్తిదాయకంగా ఉండవచ్చు. అంతరిక్షంలోని సుదూరాల్లో విహరించిన వ్యోమగాములు ఈ వాస్తవాన్ని పరిశీలించి తెలియజెపుతున్నారు. భూమి అనేది ప్రధానంగా ఒక జలగ్రహమని వారు వివరిస్తున్నారు. వ్యోమగాముల దృష్టికి ఎక్కువకాలం కనిపించింది. పర్వతపంక్తుల సమున్నతి కాదు; మహాసముద్రాల నీలజల ప్రమాణమూ వాటి ప్రకాశమూ మాత్రమే. భూగోళంలోని జలమయభాగం ప్రాముఖ్యాన్ని ఇటీవలి కాలంలో గుర్తించారు. ఫలితంగా సముద్రాలకు సంబంధించిన విషయాలనూ వాటిలోని సంపదనూ అధ్యయనం చేయటం ఒక్కసారిగా వికసించింది. భారతదేశంలోని పండితులనూ పామరులనూ ఒకేవిధంగా సాగరాలు ఆకర్షించడం మొదలయింది. మనచుట్టూ వున్న సాగరజలాల్లోని మహత్తర సంపదను గుర్తించి, మన దేశాభివృద్ధికి సంపదభివృద్ధికి వినియోగించాలనే తహతహను మనమంతా పొందవలసిన తరుణం వచ్చింది.

సముద్ర విజ్ఞానమనేది ఏకైక మౌలిక శాస్త్రం కాదు; అది ఒక విధంగా బహుశాస్త్రాల సమాహారం. భూగోళంలోని సముద్రాలకూ మహా సముద్రాలకూ సంబంధించిన సమగ్ర ఆవరణశాస్త్రం (Environmental science) అని దాన్ని వర్ణించవచ్చు. భౌతిక ప్రకృతి శాస్త్రాల్లోని అనేక

శాఖలనూ మానవ మనస్తత్వశాస్త్రంతో సహా సమస్త మానవశాస్త్రాలనూ, శరీరధర్మ సైనిక శాస్త్రాలనూ ఈ శాస్త్రం వినియోగిస్తుంది. అవసరమైనప్పుడు సముద్ర విజ్ఞానంలో ఆయా మౌలిక శాస్త్రాల సూత్రాలూ అనువర్తనలనూ ఉపయోగపెట్టవచ్చు. అయితే భూమ్యుపరితలం మీది మూడువంతుల భాగాన్ని ఆవరించిన సముద్రాలను గురించిన విజ్ఞానంలో ఇవన్నీ బాగా సమన్వితమై ఏకత్రితంగా ఉన్నాయి. సముద్ర విజ్ఞానం చాలా ఖర్చుతో కూడిన శాస్త్రం; చాలావరకు తీరానికి దూరంగానే పని జరుగుతుంది. అంతరిక్షపరిశోధనల్లోని మౌలికభాగాలను అంతరిక్షంలో పరిశీలించినట్లే సముద్రశాస్త్రాధ్యయనం ప్రధానంగా సముద్రం ఉపరితలంలోనో సముద్ర గర్భంలోనో జరుగుతుంది. అయినా విశ్లేషణలూ సిద్ధాంత చర్చలూ చాలావరకు తీరప్రయోగశాలల్లో జరుగుతాయనటంలో సందేహం లేదు. కానీ సముద్ర విజ్ఞానానికి ప్రధానమైన పరిశీలనలన్నీ తమ ప్రాణాలను పణంగా పెట్టి అజ్ఞాన సముద్ర తరంగడోలికల మీద ఊగులాడే సాహసుల వల్లనే రూపుకడతాయి. ప్రాచీనమానవులు కావాలని ప్రణాళికలు వేసుకొని సముద్రయానం చేశారో అనుకోకుండానే బహిరంగ సముద్రాలకు కొట్టుకొని పోయారో చెప్పలేం. ఎలా జరిగినా తిరిగి తీరానికి చేరుకున్న అదృష్టవంతులు తమ కష్టగాథలు వినిపించగా, ఇతరులు అవి ఆధారంగా అధిక ప్రయోజనకారులైన కార్యక్రమాలు చేపట్టివుంటారు. సముద్ర విజ్ఞానాభివృద్ధికి అటు అనుభవమూ ఇటు సిద్ధాంతమూ తోడ్పడ్డాయి.

మానవ జీవనానికి సముద్రాలు ప్రాణాధారాలు. మానవుల సహజ జీవనరంగానికి మించిన అనేక ప్రభావాలను సముద్రాలు గురిచేస్తాయి. వాస్తవంలో మానవజీవితంలోని ప్రతి అంశం మీదా సముద్రాల ప్రభావముంది. భూమి వాతావరణం మొత్తాన్ని మహాసముద్రాలు నియంత్రిస్తాయి. భూమి మీద కురిసే వర్షాలన్నీ, చుట్టూ వ్యాపించే గాడ్పులన్నీ భూమికి చుట్టూ వున్న సముద్రాల్లోనే ఉద్భవిస్తున్నాయి. మన దైనందిన జీవనానికి కావలసిన అనేక నిత్యావసర వస్తువులకు సముద్రమే మూలాధారం. సముద్రాల నుంచి చేపలే గాక మరెన్నో వస్తువులు లభ్యమవుతున్నాయి. ఇటీవలి కాలంలో సముద్రం అడుగు నేల చమురు, సహజవాయువు, బొగ్గు మరి అనేక ఖనిజాల తవ్వకాలకు

కేంద్రస్థానమయింది. ఒక దేశం నుంచి మరోదేశానికి వస్తువులను రవాణా చెయ్యటంలో ప్రధానమార్గాలను సముద్రాలే సమకూరుస్తున్నాయి. విమానయానం పెరుగుతున్నా ఆహారపదార్థాల, యంత్ర నిర్మిత వస్తువుల, ముడిపదార్థాల రవాణాలో సముద్రమార్గాలే అత్యంత ప్రాధాన్యం వహిస్తున్నాయి. రవాణారంగంలో, వార్తాప్రసార రంగంలో సముద్రాలు కల్పిస్తున్న సౌకర్యాలు భూమ్యాకాశమార్గాలు ఏనాటికీ సమంకావన్నంత సమగ్రంగా సమర్థంగా ఉన్నాయి. నూతన దేశాలను జయించటంలో మహాసముద్రాల పాత్ర బాగా తెలిసిందే. వాస్తవంలో సముద్రమార్గాలు తెలియటం వల్లనే కొత్త కొత్త భూములను కనిపెట్టడం వినూతన విశ్వనాగరకతను సృష్టించుకోవడం జరిగాయి. సముద్రాలు రక్షణ కల్పించటంలో ప్రధానమైన ప్రాంతాలు. రెండో ప్రపంచయుద్ధకాలంలో అక్షరాజ్యాలకు (axis powers) విమానయుద్ధంలో కావలసినంత ఆధిక్యమున్నా మిత్రరాజ్యాల (allied powers) నౌకాదళబలమే చివరి విజయానికి దారితీసింది. ఇప్పుడు కూడా సముద్రతీర దేశాల మధ్య ఏ వివాదం తలయెత్తినా నౌకాదళమే దండయాత్రోద్దేశాలను నిలవరించగల శక్తిమంతమైన దీర్ఘకాలిక రక్షాకవచంగా ఉంది.

లక్షలాది స్త్రీపురుషులకు సముద్రం వినోద ఆనందాలకు సర్వోత్తమాధారం. సముద్రతీర విహారస్థలాల్లో ఒక వారమో నెలో గడపటానికి ప్రజలు నానాబాధలూ పడి వేలకిలోమీటర్లు ప్రయాణం చేస్తారు. సాధారణ ప్రజలకు వినోదయాత్రికులకే కాక చిత్రకారులకూ కవులకూ కూడా సముద్రతీరం ఆనందమయం. సాహసులైన స్త్రీ పురుషులను మహోన్నత పర్వతశ్రేణుల్లాగే మహాసముద్రాలు కూడా ఆకర్షిస్తున్నాయి. పర్వతశ్రేణుల్లా కాకుండా సామన్య ప్రజలకు కారుచౌకగా సులభసాధ్యంగా వినోదానందాలు కల్పించేవి మహాసముద్రాలు. మన భూమిచుట్టూ విస్తరించిన సువిశాల మహాసముద్రాలను గురించి కొద్దిగానైనా తెలుసుకుందాం. మన ప్రియతమ మాతృభూమిలోని 680 మిలియన్ల ప్రజల సంక్షేమానికి మహా సముద్రాలు కల్పించగల అనంతాశలనూ సౌకర్యాలనూ మరింత శ్రద్ధగా గమనిద్దాం.

రెండో ప్రకరణం

సముద్రాధిపత్యం

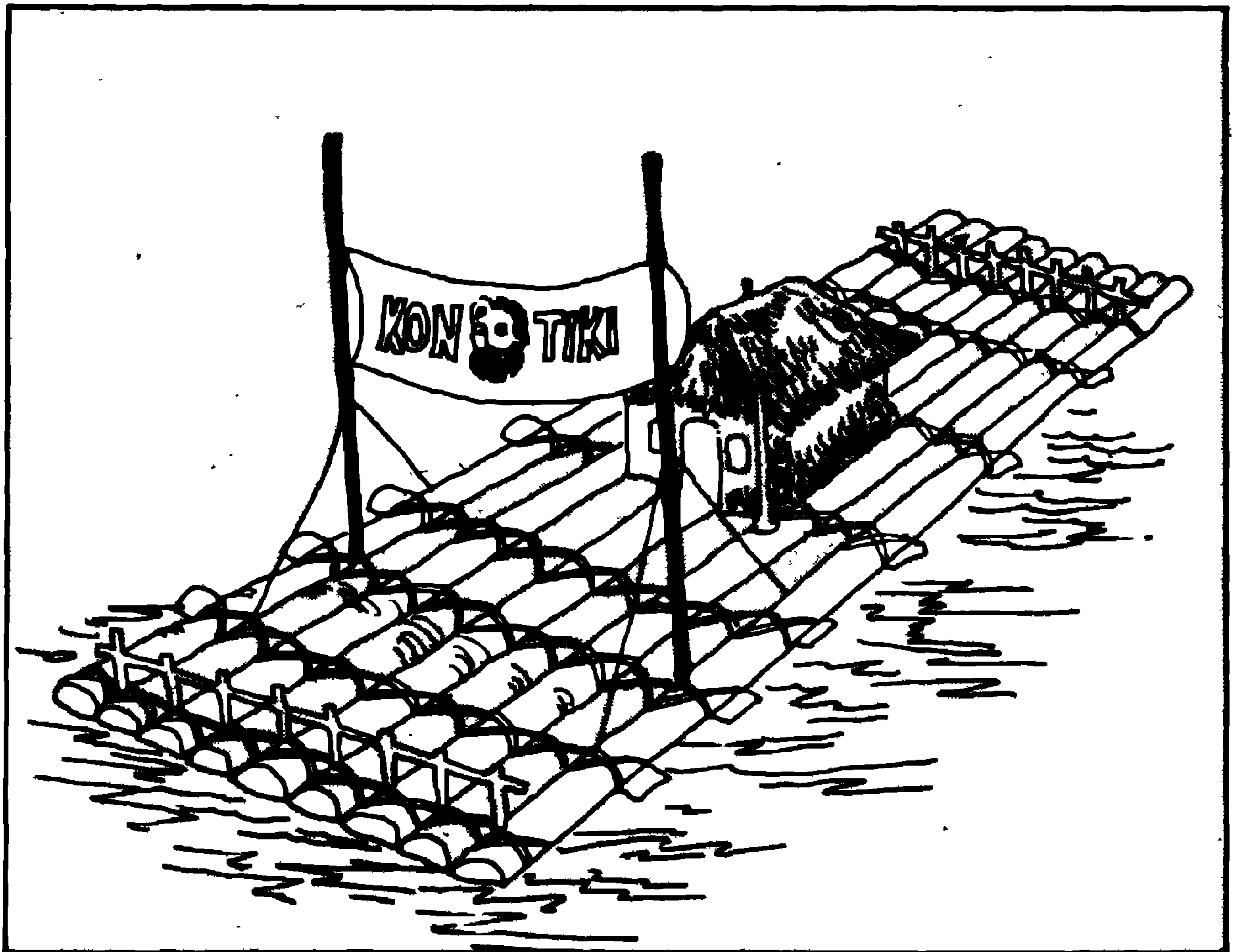
ఆదిమ మానవులు తమనూ తమ సాధన సంపత్తినీ రవాణా చేయడానికి వాహనాలుగా రకరకాల జంతువులను వినియోగించారు. నదులనూ సరస్సులనూ దాటడానికి కొయ్యదుంగలనూ గాలినింపిన జంతుచర్మాల తిత్తులనూ వాడారు. వాళ్లను మోస్తున్న కొయ్యదుంగలు ప్రమాదవశాత్తూ నదీముఖద్వారాల దగ్గరకూ తరువాత సముద్రాల్లోకీ నదీ ప్రవాహాలు వారిని చేర్చి వుండవచ్చు. తనకు బాగా పరిచితమైన నదీతీరాల నుంచి తెలియని, హద్దుల్లేని జలమయ ప్రపంచంలోకి ఇలా కొట్టుకపోవటం ఆదిమమానవుడికి భయాందోళనలు కల్పించిన అనుభవమై ఉంటుంది. అయితే అది అనంతావకాశాలు గల సువిశాల నూతన ప్రపంచాన్ని కనిపెట్టినందువల్ల అతనికా అనుభవం లాభదాయకమై ఉండాలి. నదీ ప్రవాహాలవల్ల, సముద్రపు ఆటుపోట్లవల్ల ఇలా సముద్రాల్లోకి కొట్టుకొని పోయిన ప్రాచీనమానవులే నిజానికి తొలితరం సాగరశాస్త్రజ్ఞులు. వారు చెప్పిన భయంకరానుభవాల వివరాలే మనకు లభించిన మొదటి సాగరశాస్త్ర నివేదికలు. తమ నదీ దుర్గాలకు

తిరిగి చేసిర అలనాటి సందిబాద్‌లు తమ తోటి ప్రజలకు ఏమేం తెలియబరిచారో మనకిప్పుడు తెలియదు. కానీ నదీతీర నాగరికతల్లో జీవించినవాళ్లు క్రమంగా సముద్రతీరాలకు చేరి అనేక తీరాల్లో మానవ నివాసాలను ఏర్పాటు చేసుకున్నారని మాత్రం మనకు తెలుసు. ఈనాడు ప్రపంచవ్యాప్తంగా సాంద్రతమ జనసంఖ్య కోస్తా ప్రాంతాల్లోనే కనిపిస్తుంది. సముద్ర తీరాల్లోగాని వాటికి దగ్గరగా గాని మాత్రమే ప్రపంచం మొత్తం మీద అత్యధిక సంఖ్యలో మహానగరాలున్నాయి. మానవ నాగరకత ఈవిధంగా శాశ్వత ప్రాతిపదికమీద ప్రధానంగా కోస్తా నాగరికతగా పర్యవసించింది. మానవ సమాజాల పతనాభ్యుదయాలను ఇప్పుడు నిర్ణయిస్తున్నవి మహాసముద్రాలే.

తొలి ప్రయత్నాలు

సముద్రాధిపత్యం కోసం జరిగిన తొలి మానవ ప్రయత్నాలు సామాన్యమైనవి. తాతలనాటి సాధనాలతో కొద్దిపాటి పరిచయంతో అప్పటికి సాధించింది వాళ్లకు గొప్పగానే తోచి వుండవచ్చు. ప్రాచీన మానవుడికి ఒక కొయ్య దుంగమీద తేలుతూ దగ్గరి ద్వీపం నుంచి తాజా పండ్లూ కాయలూ తెచ్చుకోవటం పెద్ద సాహసకార్యంతో భాసించి వుంటుంది. వారిలో కొందరికి ఆ ద్వీపంలో శాశ్వత నివాసం ఏర్పరుచుకొని స్థిరపడిపోవటం మహత్తర సాహస మనిపించి వుండవచ్చు. చేపలనూ తదితర సముద్రజీవులనూ పట్టుకోవడానికి పనికివచ్చే బోనులూ కొక్కేలూ గాలాలూ వలలూ వంటి ఉపకరణాలను కనిపెట్టి వాడటం సముద్రాధిపత్య సాధనలో నాటి మానవులు చేసిన మహత్తరావిష్కరణలు. దుర్గమారణ్యాల్లో జంతువులను వేటాడటం కన్నా చేపలు పట్టడం తక్కువ ప్రమాదకరమే గాక ఎక్కువ లాభదాయకం కూడా. ప్రమాదకరమైన జంతువులు విచ్చలవిడిగా తిరిగే లోతట్టు చిట్టడవుల్లో కన్నా సముద్రతీరంలో నివసించటం సుఖప్రదమే కాక సురక్షితం కూడా. మానవుడు త్వరలోనే చేపలు పట్టడం తదితర సముద్ర సంబంధి వ్యాపకాల్లో క్రమబద్ధంగా కాలం గడపటం నేర్చుకున్నాడు. ఆహారం కోసం ఐశ్వర్యం కోసం సముద్రాల మీదుగా దూరతీరాలకు ప్రయాణించటం అలవాటు కావటం అంతకన్నా ముఖ్యం. సముద్రం మీద తెలియని దారుల్లో పయనించడానికి ప్రాచీనమానవుడు కలపనూ వెదురునూ విస్తృతంగా వాడాడు.

రెండు మూడు దుంగలను తాడుతో బిగించి కట్టి, వాటిమీద వెదురు బొంగులను నిటారుగా నిలబెట్టి వాటికి గుడ్డ పేలికలనో ఆకులనో తెరచాపలుగా కట్టేవారు. ఈ ఏర్పాటు వాయుశక్తిని వినియోగించటంలో బాగా తోడ్పడింది. ఈ విధంగా తెరచాప పడవలు తొలిదశలో వాడుకలోకి వచ్చాయి. మానవుడు తొలిసారి నిర్మించిన శక్తిశాలిత వాహనాలు అవే. సముద్ర పవనాల సహాయంతో అలనాటి మనుషులను దూరతీరాలకు చేర్చినవి తెరచాప పడవలే.



చిత్రం 1 : **కోన్‌టికి సముద్రయాత్ర :** బాల్సా కొయ్యతో చేసిన తొలితరం కట్టుమాను తెప్పమీద ప్రాచీనులు సాధించిన మహత్తర పసిఫిక్ సముద్ర తరణాన్ని సుప్రసిద్ధ నార్వేజియన్ పరిశోధక నావికుడు థార్ హెయ్యర్‌దాల్ పునఃప్రదర్శించాడు. దక్షిణ పసిఫిక్ ద్వీప వాసులు అమెరికన్ సంతతివారనీ, కోన్‌టికి వారి దేవుడి అనుగ్రహంతో పెరూతీరం నుంచి వాళ్లు బయలుదేరారనీ నిరూపించడటమే అతని ఉద్దేశం.

తెరచాప పడవల రాకతో మానవుల ప్రయాణ పరిధి బాగా విస్తరించింది. అతను జన్మభూమిలోనే బందీగా ఉండనక్కరలేకపోయింది. అతను సరికొత్త దేశాలను కనిపెట్టి తన అధికార పరిధిని విస్తృత ప్రాంతాలకు విస్తరించుకోగలిగాడు. ఒకప్పుడు ప్రయత్నపూర్వకంగా జరిగిన సముద్రాంతర ప్రయాణాలు సాధారణ చర్యగా పరిణమించింది. ప్రఖ్యాత నార్వీజియన్ పరిశోధక నావికుడు థార్ హయ్యర్ థాల్ దక్షిణ పసిఫిక్ ద్వీపాలూ దక్షిణ అమెరికా వంటి సుదూర ప్రాంతాలకు కూడా సముద్రాల మీదుగా వలసపోవటం జరిగిందని వివరించాడు. తాను సంపాదించగలిగిన అనేక సాక్ష్యాధారాల ద్వారా అతను దక్షిణ అమెరికా పశ్చిమ తీరాలనుంచి నాటు పడవల్లో సువిశాలమైన పసిఫిక్ మహాసముద్రాన్ని దాటిన ప్రాచీనమానవులే దక్షిణ పసిఫిక్ ద్వీపాలకు వలసపోయిన వాళ్లనే సిద్ధాంతాన్ని ప్రతిపాదించాడు. (చిత్రం 1).

ఫోనీషియన్ల మార్గదర్శకత్వం

క్రమవిధానంలో సువిశాల మహాసముద్రాల్లో మొట్టమొదట ప్రవేశించిన వాళ్లు ఫోనీషియన్లు (ప్రాచీన ఈజిప్షియన్లు) అని చెపుతారు. ఈజిప్షియన్లు మధ్యధరా సముద్రమే భూఖండ మధ్య సముద్రంలో సులభంగా విహరించి దానిమీద దాదాపు పూర్తి ఆధిపత్యం సంపాదించారు. వాళ్లకు ఎర్ర సముద్రం, అరేబియా సముద్రంలోని భాగాలు కూడా సుపరిచితాలు. ఒకనాడు పాలకుడైన ఫారో ఆజ్ఞల మేరకు ఈజిప్షియన్లు భూపరివేష్టితమైన మధ్యధరా సముద్ర రక్షణ నుంచి బయటపడి, జిబ్రాల్టర్ (హెర్క్యులిస్ స్తంభాల) సింధుశాఖ ద్వారా సముద్రయాత్ర చేయాలనే కర్తవ్యదీక్షతో అట్లాంటిక్ సముద్రంలోకి ప్రవేశించారు. ఈజిప్షియన్ నావికదళాలు అన్నివైపులకూ పయనించారనీ, ఉత్తరాన బ్రిటిష్ దీవుల దాకా దక్షిణాన పశ్చిమాఫ్రికా తీరాల దాకా తిరిగివచ్చారనీ లిఖిత సాక్ష్యముంది. ఈ మహత్తర సముద్రయాత్రల్లో ఒకసారి ఈ ఫోనీషియన్లు అట్లాంటిక్ మహాసముద్రంలో దక్షిణంగా ప్రయాణించి ఆఫ్రికా ఖండం దక్షిణాగ్రం (ఇప్పటి కేప్‌టౌన్) దాకా పోయివచ్చారు. వాళ్లు ఆ తరువాత హిందూమహాసముద్రంలో ప్రవేశించి ఆఫ్రికా ఖండం తూర్పుకోస్తా వెంట ఉత్తరదిశగా ప్రయాణంచేశారు. నిజానికి ఆ

తరువాత రెండు వేల సంవత్సరాలకు వాస్కోడగామా తన అనుచరులతో చేసింది ఈ నాటకాన్ని పునఃప్రదర్శించటమే. అయితే ఫొనీషియన్లు అరేబియాసముద్రానికి అడ్డంగా పోకుండా ఆత్మరక్షణ దృష్టితో ఆఫ్రికా ఖండం తీరం వెంటనే ప్రయాణించటం క్షేమమనుకున్నారు. చిట్టచివరకు మూడున్నర సంవత్సరాల తరువాత సుపరిచితమైన ఎర్ర సముద్రం ద్వారా ఈజిప్షియన్లు మాతృదేశం చేరుకున్నారు. ఈ సముద్ర యాత్రల ద్వారా ప్రపంచ భూభాగం అంతటినీ ఎడతెగని సముద్ర జలాలు పరివేష్టించి వున్నాయని ఈజిప్టియన్లు ఊహించారు. ఈ అభిప్రాయం అనేక శతాబ్దాలపాటు నిలదొక్కుకుంది.

ఫొనీషియన్లు సాధించిన విజయాలను తరువాతి కాలంలో అరబ్బులు అనుసరించారు. వాళ్లు వాణిజ్యవ్యాపారాల నిమిత్తం సముద్రమార్గాల్లో బహుదూరతీరాలకు ప్రయాణించారు. వాళ్లు అరేబియా సముద్రం, హిందూ మహాసముద్రం, దక్షిణ చైనా సముద్రం, దక్షిణ పసిఫిక్ మహాసముద్ర భాగాలను కూడా మధ్యధరా, ఆగ్నేయ అట్లాంటిక్ మహాసముద్రాలతో బాటు తమకు పరిచయం చేసుకున్నారు. ప్రపంచ వ్యాపార వాణిజ్యాలకు మహాసముద్రాలే సాధారణ రాజమార్గాలుగా వాడుకొన్న మొదటి మానవజాతి అరబ్బులే. భారతదేశం, ఆగ్నేయాసియాల నుంచి సుగంధ ద్రవ్యాలనూ కలపనూ మొదట తమదేశాల తూర్పుతీరాలకు చేర్చి తరువాత భూమార్గాల ద్వారా గ్రీసు దేశానికి, ఇతర యూరపియన్ దేశాలకూ తరలించినవాళ్లు అరబ్బులు. ఆ విధంగా వాళ్లు సముద్రాంతర వాణిజ్య వ్యాపారాల్లోనూ, భూసముద్ర మార్గాల్లోని రవాణా సౌకర్యాల్లోనూ దాదాపు గుత్తాధిపత్యం సంపాదించారు.

హిందూ మహాసముద్రం, అరేబియా సముద్రం, దక్షిణ చైనా సముద్రం, మధ్యధరా సముద్రం అనే వాటి సరిహద్దుల్లో భిన్న దేశాల మధ్య గల సముద్ర మార్గాలన్నిటినీ గురించిన విస్పష్ట పరిజ్ఞానం అరబ్బులకు ఉండేది. నిజానికి 1948 ఏప్రిల్ నెలలో వాస్కోడగామా దక్షిణాఫ్రికా దక్షిణాగ్రం దగ్గరి కేప్ఆఫ్ గుడ్‌హోప్‌ను చుట్టివచ్చిన తరువాత, హిందూమహాసముద్రాన్నీ అరేబియా సముద్రాన్నీ దాటి అరబ్బులకు స్నేహసంబంధాలున్న భారతదేశంలోని

మలబార్ తీరాన్ని చేరటానికి అహమద్ ఇబ్న్ మజీద్ అనే అరబ్బు కళాసీ సహాయం పొందాడు. అయితే అరబ్బులు మాత్రం సమర్థులైన నావికులుగా వ్యాపారులుగా ఉండటంతో సంతృప్తిపడ్డారు. తరువాతి కాలంలోని యూరపియన్లలాగా తమ సముద్రశక్తిని విదేశాలను సైనికంగా జయించటానికి వినియోగించలేదు. సముద్రాలకు అన్నివైపులా ఉన్న దేశాల మధ్య వాణిజ్య సంబంధాలు అభివృద్ధి కావటానికి ఈ సద్భావం వల్లనే అరబ్బులు ఎంతో తోడ్పడగలిగారు. వాస్తవానికి హిందూ మహాసముద్రం వేర్పాటు భావాలు సృష్టించే గంభీర అగాధం కాకుండా స్నేహభావాలు పెంచే మహాసరస్సుగా ఉండటం వాళ్ల చలవే.

అరబ్బులు గొప్ప సాగర శాస్త్రజ్ఞులు కూడా. భిన్న సముద్రాలకు సంబంధించిన ప్రవాహాలు, గాడ్పులు, వానలు, తదితర దృగ్విషయాలను గురించిన అనేక దత్తాంశాలను వాళ్లు జాగ్రత్తగా పరీక్షించి నమోదు చేశారు. వాళ్లు అనేక తీరాలనూ ద్వీపాలను గుర్తించారు. తాము ప్రయాణించిన సముద్ర మార్గాల స్వరూప స్వభావాలను చక్కగా వివరించారు. ఋతుపవనాలను మొట్టమొదట గుర్తించి నమోదు చేసింది అరబ్బులే. నిజానికి 'మాన్సూన్' (monsoon) అనే ఇంగ్లీషుమాట అరబ్బీ భాషలోని 'మేసమ్' (అంటే ఋతువు) అనే పదం నుంచి పుట్టింది. ఈ సమాచారం అన్నిదేశాల కళాసీలకూ ఎంతో తోడ్పడింది. మిత్రదేశాల నుంచి మనుషులనూ వస్తువులనూ భద్రంగా రవాణా చేయడానికి సహాయపడింది.

బుద్ధుడి రాకతో భారతీయులు సముద్రాంతర ప్రయాణ పరిశోధనల మీద మోజు పెంచుకున్నారు. బుద్ధుడు విశ్వజనీనమతాన్ని స్థాపించాడు. ఆయన ముఖ్యానుచరులు ఆయన పవిత్ర సందేశాన్ని తాము చేరగల దేశాలన్నిటిలోనూ చాటాలని ఉబలాట పడ్డారు. ఫలితంలో భారతదేశంలోని భిన్నప్రాంతాల నుంచి అనేకులు జట్లుజట్లుగా బయలుదేరి శ్రీలంక, బర్మా, థాయిలాండ్, మలేషియా, ఇండొనేషియాలతో సహా ఆగ్నేయాసియాలోని దేశాలన్నిటికీ వెళ్ళారు. ఈ దేశాల్లో బౌద్ధమతం త్వరితంగా వ్యాపించటంతో బాటు, హిందూ మహాసముద్రం ఆవలి ఒడ్డున గల దూరదేశాల్లో సాహసులైన భారతీయ

రాజకుమారులు రాజ్యాలు స్థాపించటం కూడా జరిగింది. అలా ఏర్పడ్డ రాజ్యాల్లో కొన్ని స్వదేశంతో సంబంధం లేకుండా అనేక శతాబ్దాలు స్వతంత్రంగా నిలిచాయి. సుప్రసిద్ధ చరిత్రకారుడు రాయబారీ అయిన సర్దార్ కె.ఎం.పణిక్కర్ మనదేశ చరిత్రలో ఈ సముద్రాంతరయాన, విస్తరణల దశ ఒక మహత్తరయుగానికి ప్రతీక అని పేర్కొన్నాడు.

మానవజాతి సంపాదించిన సముద్రాధిపత్యాన్ని మరింత దృఢపరిచిన మరోజాతి ఉత్తర యూరప్‌వాసులైన వైకింగులది. వాళ్లు క్రీస్తుశకం 9వ శతాబ్దిలో ఒక్కసారిగా చరిత్రలోకి ఊడిపడ్డారు. వైకింగులు స్కాండినేవియా (నార్వే, స్వీడన్ల) నుంచి ఉత్తరదిశగా గ్రీన్‌లాండ్‌కు, దక్షిణదిశగా అట్లాంటిక్ తీరాలకు పయనించారు. క్రీ.శ. 1000 ప్రాంతాల్లో ఉత్తర అమెరికా ఖండం తూర్పు తీరాల్లోని న్యూఫౌండ్‌లాండ్ కూడా చేరారు. అయితే వాళ్లు అంతకుపూర్వం అరబ్బులు చేసినట్లు ఎక్కడా శాశ్వతనివాసాలు ఏర్పరుచుకోలేదు; తరువాతి కాలంలో పశ్చిమ యూరోపియన్లు చేసినట్లు వలస రాజ్యాలనూ స్థాపించుకోలేదు. అయినప్పటికీ సముద్ర విజయాలకూ సముద్ర స్వభావ పరిజ్ఞానానికీ వైకింగ్‌లు చేసిన సేవలు అపారం. నార్వే, స్వీడన్, ఫిన్‌లాండ్ల ప్రజలు సముద్రయాన సంప్రదాయాన్ని పరిరక్షించారు. ఈనాటికూడా ఆ వైకింగుల వారసులు మహానావికులే, సాగరశాస్త్రాభివృద్ధికి వాళ్లు ఎవరికన్నా తక్కువ సేవలు చేయలేదు.

ఈ జలమయ ప్రపంచాన్ని జయించటంలో మానవప్రయత్నం మెల్లిగా సాగినా స్థిరంగానే జరిగింది. అది అంతే. ఎందుకంటే నేటికీ సముద్రాన్ని గురించి మనకు సరిగ్గా తెలీదు. మానవులెన్నెన్ని ప్రయత్నాలు చేసినా మహాసముద్రాలను గురించి అనేక భయంకర రహస్యాలు తెలిశాయని తరువాత గ్రహిస్తాము. ఈ మహత్తర అజ్ఞాత సముద్రాల మీద ఆధిపత్య సంపాదనకు మొట్టమొదట ప్రయత్నించినవాళ్లు ఆఫ్రికా ఆసియాఖండాల సముద్రీర వాస్తవ్యులేనని మనం గర్వించవచ్చు. భూఖండాల మధ్యనున్న మధ్యధరా సముద్రం తరువాత మానవ సంచారం ఎక్కువగా ఉన్నది హిందూ మహాసముద్రమే. మధ్యధరా సముద్ర విషయంలో కూడా సాగరాన్వేషణ

పద్ధతులను నేర్పినవాళ్లు ఆసియా, ఉత్తరాఫ్రికా, సిరియా ప్రజలే. పదేహేనో శతాబ్దం చివరకు సాగరాన్వేషణరంగంలోకి ఒక్కసారిగా పశ్చిమ యూరోపియన్లు వచ్చిపడేసరికి మహాసముద్రాలను గురించిన ప్రాథమిక సమాచారం చాలావరకు సిద్ధంగానే ఉంది. అప్పటికే అందుబాటులో వున్న సాగర విజ్ఞానాన్ని యూరోపియన్ పరిశోధకులు గొప్ప ధైర్యసాహసాలతో వినియోగించుకొని ప్రపంచంలోని మహాసముద్రాలన్నింటినీ గురించి అపరిమిత పరిజ్ఞానం సాధించటంతోబాటు సముద్రాల మధ్య ప్రయాణించి ఆసియా, ఆఫ్రికా ఖండాల్లో సువిస్తృత సామ్రాజ్యాలను కూడా నెలకొల్ప గలిగారు.

పశ్చిమ యూరప్ ప్రాభవం

మహాసాగర గవేషణ విజయాల్లో చరిత్రాత్మకమైనది పదిహేనో శతాబ్దిలోని చివరి దశకం. ఆ సమయంలోనే పశ్చిమ యూరోపియన్లు సాహసయాత్రల్లో పరిశోధనల్లో నూతనశకం స్థాపించారు. భారతదేశానికి సముద్రమార్గం వెతుక్కుంటూ 1492 లో కొలంబస్ స్పెయిన్నుంచి బయలుదేరాడు. అప్పటికి భూమి గుండ్రంగా ఉందని నిరూపితమయింది కాబట్టి సముద్రంలో



చిత్రం 2 : క్రిస్టఫర్ కొలంబస్

పశ్చిమాభిముఖంగా ఎడతెగకుండా ప్రయాణిస్తే చిట్టచివరికి తూర్పుకు (భారతదేశానికి) చేరవచ్చునని అతను విశ్వసించాడు. అయితే అతను తప్పు చేయలేదనుకోండి. కానీ అట్లాంటిక్ మహాసముద్రానికి ఆవలివైపున మహత్తరమైన అమెరికా ఖండం ఎదురుబడటం వల్ల ఆయన మనదేశం చేరలేకపోయాడు. అయితే ఆయన సముద్రయాత్ర మానవజాతి చరిత్రలో అట్లాంటిక్ మహాసముద్రాన్నీ దాని కవతల నున్న నూతన భూఖండాన్నీ జయించినందువల్ల చిరస్థాయిగా నిలిచింది. తన జీవిత కాలంలో అట్లాంటిక్ మహాసముద్రానికి అడ్డంగా (ముందు వెనకలకు) మూడుసార్లు ఆయన తెరచాప పడవల్లో పూర్ణయాత్రలు నిర్వహించాడు. అందువల్ల ఆ మహాసముద్రాన్ని గురించిన పరిజ్ఞానాన్ని ఎంతో అభివృద్ధి పరిచాడు.

కొద్ది సంవత్సరాల తరువాత కొలంబస్ లాగానే ఐబేరియా తీరంనుంచి తానూ బయలుదేరిన వాస్కోదగామా ఆఫ్రికాఖండాన్ని చుట్టి భారతదేశం చేరాడు. ఈ సముద్రయాత్ర భారతదేశానికీ, తదితర ప్రాచ్యదేశాలకూ సముద్రమార్గం తెరిచింది. గామా సాహసం మౌలికం కాదు. (అరబ్బులు ఆఫ్రికా తీరం నుంచి మన దేశానికీ మనదేశంనుంచి ఆఫ్రికా తీరానికి అరేబియన్ సముద్రాన్ని ఎడాపెడా దాటుతుండే వాళ్లు). కానీ అతను భారతదేశాన్ని యూరపునుంచి తిన్నగా చేర్చే సముద్రమార్గాన్ని కనిపెట్టిన మొదటి యూరోపియన్. అప్పటి నుంచి పశ్చిమాసియా, ఉత్తరాఫ్రికా దేశాలను తాకకుండా యూరోపియన్లు సులభంగా ప్రాచ్యదేశాలు చేరటం మొదలయింది.

పాశ్చాత్య సాహసయాత్రికులు సముద్రాధిపత్యదిశలో సాధించిన మరో మహత్తర సంఘటన 1520 లో జరిగింది. అప్పుడు దక్షిణ అమెరికా దక్షిణాగ్రం దగ్గరి శిలామయ ద్వీపాల మధ్యగా తన పడవలను నడిపిన మహాసాహసి ఫెర్డినాండ్ మాగలెన్ అనే స్పానిష్ యాత్రికుడు తూర్పువైపు నుంచి పసిఫిక్ మహాసముద్రంలోకి ప్రయాణించిన మొట్టమొదటి పాశ్చాత్యుడయ్యాడు. నిజానికి మాగలెన్ సముద్రయాత్ర చరిత్రలో నమోదయిన ఏకైక సుదీర్ఘయాత్ర. సముద్రాధిపత్య సాధనలో అది ఏకవ్యక్తి సాధించిన మహత్తమ



చిత్రం 3 : ఫర్డినాండ్ మెగలెన్

కార్యమని వర్ణించవచ్చు. 1519 లో స్పెయిన్ దేశం వదిలిన మాగలెన్ 1521లో ఫిలిప్పైన్ దీవులు చేరేదాకా పశ్చిమదిశగానే పయనించాడు. అక్కడ స్థానికులతో జరిగిన సంఘర్షణలో ఆయన ప్రాణాలు పోగొట్టుకున్నాడు. కానీ కన్నుమూసే లోగానే దారిపొడుగునా సముద్రాలను గురించిన పరిజ్ఞానం సేకరిస్తూనే వచ్చాడు. తాను దాటిన పసిఫిక్ మహాసముద్రాన్ని గురించి ఎంతో ఉపయోగకరమైన ప్రత్యక్ష సమాచారాన్ని ఆయన వివరంగా నమోదు చేశాడు. గతించిన ఆ నావికుడికి అత్యంత సన్నిహితానుచరుడైన సెబాస్టియన్ దెల్కానో మాగలెన్ ఐదో నౌక అయిన విక్టోరియాలో సముద్రయాత్రను కొనసాగించి 1522 లో స్పెయిన్ చేరుకున్నారు. ఆ క్లిష్టయాత్రలో మొదట బయలుదేరిన 243 మంది నావికుల్లో 18 మంది మాత్రమే మిగిలారు. మూడు సంవత్సరాలా పన్నెండు రోజుల్లో భూమండల ప్రదక్షిణ చేసిన మొట్టమొదటి సాహసయాత్రికుల జట్టు వారిదే. ఒకే యాత్రలో అన్ని మహాసముద్రాలను గురించి అత్యంత స్పష్టంగా తెలుసుకొన్న మొట్టమొదటి సాగరశాస్త్రజ్ఞుల బృందం కూడా వారిదే.

అట్లాంటిక్, తదితర మహాసముద్రాల సువిస్తృత జలాల మీదుగా మానవులు అసంఖ్యాకంగా వలస పోవటం తరువాతి శతాబ్దాల్లో జరిగింది. తాము అంతకుముందెన్నడూ చూడని అపరిచిత భూభాగాల్లో సరికొత్త స్వతంత్ర జీవనం సాధ్యమన్న ఆశతో, తమ జీవితకాలంలో సముద్రతీరాన్ని కూడా చూసి ఎరగని భిన్న వయసుల స్త్రీ పురుషులూ పిల్లలూ చాలా మంది మహాసముద్రాలను దాటడానికి సాహసించారు. సముద్రాల మీదుగా యూరపియన్లు కొత్తగా కనిపెట్టిన అమెరికా, ఆస్ట్రేలియా ఖండాలకు పెద్ద యెత్తునా, ఆసియా ఆఫ్రికా ఖండాలకు పరిమిత సంఖ్యల్లోనూ వలసపోవటమే మానవజాతి ప్రయాణాల్లో భారీ ఎత్తున జరిగిన వలసలు. ఇలా వలసపోయినవాళ్లలో ఫ్రాన్సు, ఇంగ్లండు, స్పెయిన్, ఇటలీ, హాలండ్, పోలండ్ లతో బాటు భిన్న జాతులకు చెందిన యూరపియన్లు ఉన్నారు. వారి వారి దేశ ప్రభుత్వాలు సముద్రమార్గాల మీద ఆధిపత్యం సంపాదించటంలోను, మాతృదేశం అధీనంలోకి ఇతర భూభాగాలను తేవటంలోనూ వలసపోతున్నవారికి ఎంతో సహాయం చేశాయి. ఇది అనివార్యంగా సముద్ర యుద్ధాలకూ భూయుద్ధాలకూ దారితీసింది. సముద్ర స్వభావం గురించి అప్పటికి తెలుసుకోవలసింది చాలావుంది. తాము ప్రయాణించిన జలమార్గాలకు సంబంధించిన విషయసేకరణ చేయటంలో దేశాలు ఒకదానితో ఒకటి పోటీ పడ్డాయి. తెలిసిన సమాచారాన్ని తమతమ స్వదేశ ప్రయోజనాల సాధనకు వినియోగించాయి. కొత్తగా ఆయాదేశాలు తెలుసుకొన్న విశేషాలు సముద్రగర్భంలో తమ నష్టాలను తగ్గించుకోవడానికే గాక శత్రువర్గాలను దెబ్బతీయటానికి కూడా ఉపయోగించాయి. ఇలా అసంఖ్యాకంగా సముద్రయుద్ధాలు జరగటంతో బాటు భిన్న సాగర తీరాల్లో సముద్రపు దొంగల గుంపులు కూడా సంఖ్యాధికంగా పుట్టుకొచ్చాయి. సముద్రం మీద ఉనికి దానికి సంబంధించిన మానవులు ఇరుక్కున్న చిక్కులూ ఎన్నడూ లేనంతగా పెరిగిపోయాయి. సమయసందర్భాలతో నిమిత్తం లేకుండా భిన్న దేశాల నౌకలు సాగరవిహారం చేశాయి. కొత్తగా కనిపెట్టిన భూముల స్వాధీనం కోసం చేసిన యుద్ధాలు వాస్తవానికి సముద్ర మార్గాల మీది ఆధిపత్యం కోసం జరిగిన పోరాటాలుగా పర్యవసించాయి. మనదేశం పశ్చిమతీరంలో కూడా అలాంటి సముద్ర యుద్ధాలనేకం జరిగాయి.

పోర్చుగీసు నౌకాదళంతో ప్రఖ్యాతుడైన అడ్మిరల్ కున్హాలీ ఆధిపత్యంలో కాలికట్‌కు జమోరిన్ల పోరాటం, పోర్చుగీసువారికీ అహమ్మదాబాద్ సుల్తానుకు గుజరాత్ తీరంలో జరిగిన నౌకాదళ యుద్ధం అందరికీ తెలిసినవే. ఇరుపక్షాల్లోనూ భారతీయులనూ చేర్చుకొన్న బ్రిటిష్, ఫ్రెంచి నౌకాదళాల మధ్య తరువాతి కాలంలో యుద్ధాలు జరిగాయి. ఈ యుద్ధాల్లో అనేకం బంగాళాఖాతం, అరేబియా సముద్రాల్లోనే కాక యూరప్ ఖండతీరాల దాకా ఉన్న అనేక సముద్రాల్లో జరిగాయి.

కేప్టన్ కుక్ సాహసయాత్రలు

పదహారు పదిహేడు శతాబ్దాల్లో జరిగిన అసంఖ్యాక సముద్రయుద్ధాలు సాగరస్వభావాన్ని గురించి ఎంతో పరిజ్ఞానం కల్పించాయి. అప్పుడే సముద్ర విజ్ఞానశాస్త్రం ఆవిర్భవించటం మొదలయింది. కానీ అప్పట్లో, ఆ సాంకేతిక నామం వాడుకలో లేదు. క్రమబద్ధ విధానంలో మహాసముద్రాలను గురించిన పరిజ్ఞానాన్ని సేకరించి అభివృద్ధి పరిచి నాయకత్వం వహించినవాళ్లు బ్రిటిష్ వాళ్లే. 1769-79 ల మధ బ్రిటిష్ నౌకలకు నాయకత్వం వహించి మూడు సార్లు పరిశోధనాత్మక సముద్రయాత్రలు ఘనంగా నిర్వహించిన కేప్టన్ జేమ్సుకుక్ వారికి లభించిన ఆదర్శవ్యక్తి. చివరి యాత్రలో ఆయన అట్లాంటిక్ పసిఫిక్ సముద్రాల మధ్య వాయువ్య దిక్కున ఉన్న సముద్రమార్గాన్ని అన్వేషిస్తూ ప్రయాణించి బేరింగ్ జలసంధి ద్వారా ఆర్కిటిక్ మహాసముద్రంలోకి జయప్రదంగా చొచ్చుకపోగలిగాడు. అయితే ఆయన ఆర్కిటిక్ మహాసముద్రంలోని మంచుకొండల కారణంగా ఎక్కువ దూరం పోలేకపోయాడు. తిరుగు ప్రయాణంలో హవాయి ద్వీపాలను చేరగలిగినా స్థానిక ప్రజలతో వచ్చిన ఘర్షణలో ప్రాణాలు కోల్పోయాడు. సాగరశాస్త్రానికి కుక్ చేసిన సేవలతో పోలిస్తే ఆయనకు ముందుగాని తరువాతగాని ఎవరూ అంతగా చేయలేదు. కేప్టన్ కుక్ కాలానికి ముందు జరిగిన అగాధ సముద్రయాత్రలు చాలావరకు వాణిజ్యం కోసం, అన్వేషణకోసం, వలసల స్థాపనకోసం జరిగినవే. సముద్రాలను గురించిన పరిజ్ఞానాన్ని కేవలం జ్ఞానార్జన కోసమేనని ప్రగాఢాభిరుచి గల నావికులు చాలా కొద్దిమందే. కానీ కుక్ తెలుసుకుందామనీ అర్థం చేసుకోవాలనీ ఆరాటపడ్డాడు. ప్రతి యాత్ర



చిత్రం 4 : జేమ్స్‌కుక్

లోనూ ఆయన తనవెంట జీవశాస్త్రజ్ఞులనూ ఖగోళ విజ్ఞానులనూ గణితవేత్తలనూ తీసుకుపోయాడు. తరువాతి కాలంలో ప్రధానమైన అన్ని సముద్రయాత్రల్లోనూ ఇది విధాయకంగా ఆచారంగా పరిణమించింది. ఈ పద్ధతి సహజ మార్గంలో ప్రపంచ వ్యాప్తంగా సముద్రాలకు సంబంధించిన రకరకాల వివరాల సేకరణకు దారితీసింది. మహాసముద్ర విజ్ఞాన రంగంలో పరిమాణాత్మకంగానూ గుణాత్మకంగానూ ఇతర దేశాలన్నిటికన్నా బ్రిటిష్ వాళ్లకే అపరిమితమైన ఆధిక్యం సంపాదించ గలిగింది. వాస్తవానికి ఇదే బ్రిటిష్ నౌకాదళం ఆకస్మికాభివృద్ధి పొంది ప్రపంచశక్తిగా పరిణమించటానికి పందొమ్మిదో శతాబ్దమంతా భూగోళం మీది జలమయ ప్రపంచాన్నంతా దాదాపు తను గుప్పిట్లో పెట్టుకోవడానికి మూలాధారం.

డార్విన్ పరిశోధక యాత్ర

బీగిల్ నౌకా సముద్రయాత్రలు సాగరశాస్త్ర రంగంలో బ్రిటిష్‌వాళ్లకు మరోపెద్ద అవకాశం కల్పించాయి. 1831 లో కేంబ్రిడ్జ్ విశ్వవిద్యాలయంలోని

యువప్రకృతి శాస్త్రజ్ఞుడు ఛార్లెస్ డార్విన్‌ను బ్రిటిష్ సర్వే ఎక్స్‌పెడిషన్ వారు తమతో భూమిచుట్టూ ప్రదక్షిణ యాత్ర చేయమని ఆహ్వానించారు. 1831 డిశంబరులో అతడి *బీగిల్* నౌక డెవాన్పు రేవు నంచి బయలుదేరింది. దక్షిణ అమెరికా ఖండం దక్షిణభాగంలోని తెరాదెవ్ ఫ్యూగో, పెటగోనియా తీరప్రాంతాల సర్వేక్షణ పూర్తిచేసి భూమిచుట్టు కొలతను తేల్చుకోవడం ఆ సముద్రయాత్రకు లక్ష్యం. *బీగిల్* కేనరీ ద్వీపాలనూ కేప్‌వర్దె దీవులనూ చేరి ఆ తరువాత అట్లాంటిక్ మహాసముద్రం దాటి 1832 ఫిబ్రవరిలో బ్రెజిల్ తీరాన్ని సమీపించింది. తరువాత రెండు సంవత్సరాల పాటు అన్వేషకులు అనేకాద్భుత భూభాగాలను జాగ్రత్తగా శోధించారు. వాళ్లు భూసముద్రాలు రెండిటినీ సర్వేచేసి ఆ ప్రాంతంలో జీవించే జంతు వృక్ష విశేషాలను పరిశీలించారు. డార్విన్‌కు అది దైవదత్తమైన అవకాశం. ఈ ప్రయాణంలో తాను సేకరించిన సమాచారమే తన సుప్రసిద్ధమూ వివాదగ్రస్తమూ అయిన ప్రకృతివరణ (natural selection) సిద్ధాంత ప్రతిపాదనకు దారితీసింది. పసిఫిక్ మహాసముద్రం తూర్పు ప్రాంతాలను గురించిన విజ్ఞానంతో ఫలప్రదమైన యాత్ర ముగించుకొని *బీగిల్* 1836 అక్టోబర్లో ఇంగ్లండులోని ప్లిమత్ రేవు చేరింది. బీగిల్ తిరిగి వచ్చిన తరువాత తొమ్మిది సంవత్సరాలకు 1845 లో అట్లాంటిక్, పసిఫిక్, హిందూ మహాసముద్రాలనే పేర్లను ఆ మూడు ప్రధాన జలస్థానాలకూ ఖాయంచేశారు. ఆ పేర్లు స్థిరమైనాయి గాని, ఆ మహాసముద్రాల్లోని జలాలూ ద్రోణులూ (basins) అపరీక్షితంగా అవిశ్లేషితంగా మిగిలిపోయాయి. భిన్నదేశాల సముద్రతీరాల పక్కనే వున్న కొద్దిపాటి భాగాలూ, అఖాతాలు (bays), భూపరివేష్టిత సముద్రాలూ మాత్రం సుపరీక్షితాలయ్యాయి. అదికూడా వాణిజ్యవ్యాపారాల కోసం, ప్రయాణాల కోసం, యుద్ధాలకోసం మాత్రమే జరిగింది. సాగరశాస్త్రం లోతులు తెలీకుండానే మిగిలాయి.

అయితే సముద్ర ప్రవాహాల గాడ్పుల వేగం, ప్రసార దిశలను గురించి కావలసినంత అనుభవ జ్ఞానం వాస్తవంలో సంక్రమించింది. ఈ సమాచారం నౌకాధిపతుల వ్యక్తిగత ప్రయాణానుభవాలుగానూ నౌకాధికారుల దినచర్యా గ్రంథాల్లోనూ దాగిపోయాయి. మహాసముద్రయాత్రల పరిమాణంతోబాటు

ఆ ఉపయోగకర సమాచార విస్తృతి కూడా పెరిగిపోతూ వచ్చింది. సమన్వితమైన సాగరశాస్త్ర రచనకు ఆధారభూతమైన ఈ సమాచారాన్ని ఎవరో ఒకరు క్రోడీకరించవలసి వుంది. అమెరికన్ నౌకాదళానికి చెందిన లెఫ్టినెంట్ మాథ్యూ ఫాంటయిన్ మౌరీ పూలబద్దదీపని. అతను 1825 లో పనినేర్చుకోవడానికి నౌకాదళంలో చేరాడుగాని 1834 లో గాయపడ్డందువల్ల అతణ్ని తీర సేవలకు నియోగించారు. 1842 లో నౌకాదళం గోదాముకు సూపరింటెండెంట్‌గా నియుక్తుడైనప్పుడు ఎందరో నౌకాధిపతులు రాసిన దినచర్యా గ్రంథాలను పరిశీలించే అవకాశం దొరికింది. వెంటనే అతడు ఇంగ్లీషు భాషలో మొట్టమొదటి సాగరశాస్త్ర గ్రంథరచనకు ఉపక్రమించాడు. దానిపేరు *సముద్ర భౌతిక భూగోళశాస్త్రం (The Physical Geography of the Sea).* ఆ గ్రంథాన్ని ప్రచురించటానికి ముందే మౌరీ విభిన్న సాగరాలకూ మహాసముద్రాలకూ సంబంధించిన ప్రవాహాలు, గాడ్పులు, అధోభాగలక్షణాలు (**bottom features**) ద్వీపాలు వగైరా ఎంతో విపులమైన సమాచారాన్ని ప్రపంచం నలుమూలల్నించీ ఉత్తరప్రత్యుత్తరాల ద్వారా సేకరించాడు.

బ్రిటిష్‌వారి ప్రాధాన్యం

సాగరశాస్త్రం విధ్యుక్తంగా ఉద్భవించింది. కానీ మహాసముద్రాలను గురించి మానవులు తెలుసుకొన్నది ప్రధానంగా తీర ప్రాంతాలను గురించీ, సముద్రాల ఉపరితలాన్ని గురించి కొన్ని నిర్దిష్ట ప్రాంతాల్లో మాత్రమే. అజ్ఞాతంగా అజేయంగా అంతులేని లోతుగల అగాధం విషయం అందుబాటులోనే లేదు. సముద్రోపరితలం కింది లోలోతులకు పోయి ఆ విచిత్ర ప్రపంచంలో ఏముందో చూసి తెలుసుకోవటం మానవుడికి అసాధ్యమయింది. కాప్టన్ కుక్ ఆరంభించిన సముద్ర విజ్ఞానగవేషణ మంచి ఫలితాలే ఇచ్చింది. పందొమ్మిదో శతాబ్ది మధ్యకాలానికి ఆ మార్గంలో ఇతోధికంగా పరిశోధన సాగించడటం అనివార్యమయింది. మరోసారి బ్రిటిష్‌వాళ్లే మార్గదర్శకులయారు. 1839-1843 మధ్య కాలంలో కేప్టన్ జేమ్స్ సి.రోస్ రెండు పరిశోధక నౌకలకు నాయకత్వం వహించి సముద్రాల లోతులు కొలిచి అంటార్కిటిక్ మహాసముద్రాన్ని సర్వే చేశాడు. తరువాత 1873-76 మధ్యకాలంలో అత్రుత

పూర్వ పరిమాణంలో ప్రపంచంలోని మహాసముద్రాలన్నిటినీ గవేషించి వివరాలు నమోదు చేయటానికి హెచ్.ఎం.ఎస్. *ఛాలెంజర్* నౌకను బ్రిటిష్‌వాళ్లు పంపారు.

మహాసాగర విజ్ఞానంలోని జ్ఞాతాజ్ఞాతాలను వాస్తవంగా గుర్తించింది ఛాలెంజర్ పరిశోధనలే. *ఛాలెంజర్* వల్లనే సాగరశాస్త్రం పరిపుష్టమయిందని చెప్పవచ్చు. బ్రిటిష్ నౌకాదళంలోని 18-శతఘ్నుల కార్వెట్ తరగతి యుద్ధనౌకలోని యుద్ధసాధనాలను తొలగించి, దాన్ని ఛాలెంజర్ అని సముద్ర విజ్ఞానపరిశోధనకు సమాయత్తం చేశారు. అప్పటి ప్రమాణాల ప్రకారం అది చాలా పెద్ద నౌక. దాని బరువు 2300 టన్నులు. అది తెరచాపలతోనూ ఆవిరిశక్తితోనూ పయనించగలదు. దాని అధిపతి కేప్టన్ జార్జ్ నేర్స్. దానిలోని పరిశోధన విభాగానికి ఎడింబరో విశ్వవిద్యాలయానికి చెందిన ఆచార్యుడు ఛార్లెస్ వైవిల్ థాంప్సన్ అధిపతి. నౌకలో మొత్తం 240 మంది మనుషులున్నారు. 1872 డిశంబరులో ఇంగ్లండులోని పోర్ట్స్‌మౌత్ రేవును వదిలిన *ఛాలెంజర్* మూడు సంవత్సరాల్లో లక్ష కిలోమీటర్లకు పైగా ప్రయాణించి, 362 సాగరశాస్త్ర కేంద్రాలు నెలకొల్పి, వాతావరణ పరిస్థితులకు, ఉపరితల ప్రవాహాలకు, నీటి ఉష్ణోగ్రతలకు, రకరకాల లోతుల్లో నీటిలోని రసాయనిక సంఘటనలకు, జలచరాలకు, సముద్రం అట్టడుగున ఉన్న మస్తులకూ సంబంధించిన వివరాలను సేకరించింది. సాగరాల అడుగున వున్న భూతల లక్షణాలను దారి పొడుగునా శాస్త్రజ్ఞులు పరీక్షించారు. 4717 కొత్తరకాల సముద్రజీవులను వలవేసి పట్టి వర్గీకరించారు; అన్ని మహాసముద్రకేంద్రాల దగ్గరా ఎంతెంత లోతున్నదో గణించారు. పశ్చిమ పసిఫిక్ మహాసముద్రంలో 8,055 మీటర్ల (26,850 అడుగుల) లోతైన భాగమే ప్రపంచంలో అన్నిటికన్నా ఎక్కువ లోతైనదని గుర్తించి దానికి ఛాలెంజర్ డీప్ అని పేరుపెట్టారు. ఆ నౌక ఉత్తర అట్లాంటిక్ మహాసముద్రాన్ని ఎడాపెడా దాటింది; దక్షిణ అట్లాంటిక్ చేరింది; తూర్పుకు తిరిగి అంటార్కిటిక్ మహాసముద్రం చేరుకున్నది. అంటార్కిటిక్ వదలిన *ఛాలెంజర్* ఆస్ట్రేలియా దిశగా, పశ్చిమ పసిఫిక్ దీవుల దిశగా పయనించి, తూర్పుకు మళ్లీ హవాయీ ద్వీపాలు చేరి, మాగలెన్ జలసంధి ద్వారా అట్లాంటిక్‌లో పునఃప్రవేశించి

చిట్టచివరకు 1876 మే 24 వ తేదీన ఇంగ్లండు చేరింది. సేకరించిన వస్తువులను ప్రాథమిక పరిశీలన నౌక మీదనే ఎప్పటికప్పుడు జరిగినా, మూడు సంవత్సరాల యాత్రా సమయంలో సేకరించిన వస్తువులనూ సమాచారాన్ని సవివరంగా పరిశీలించటానికి చాలా సంవత్సరాలు పట్టాయి. ఛాలెంజర్ గవేషణ అధికారికంగా సమర్పించిన నివేదికలు 50 సంపుటాల్లో 29,500 పేజీలను నింపి పూర్తిచేయటానికి 23 సంవత్సరాల సమయం తీసుకుంది. ఛాలెంజర్ గవేషణ ఫలితంగా సర్వ సమగ్రమైన సాగరశాస్త్ర సాహిత్యం ఉద్భవించింది.

గవేషణల్లో ఆరోగ్యకరమైన పోటీ

సాగరశాస్త్రం మీద తక్కిన దేశాలు కూడా త్వరలోనే శ్రద్ధ చూపాయి. అనేకదేశాలు ప్రత్యేక అధ్యయన బృందాలనూ నౌకలనూ సముద్రాలకు పంపాయి. ఫ్రాన్స్, జర్మనీ, నార్వే, అమెరికా, రష్యాలేగాక ఇతర యూరోపియన్ దేశాల నౌకలు కూడా సాగరశాస్త్రాభివృద్ధికి ఒకదానితో మరొకటి పోటీకి దిగాయి. ఆ విధంగా సముద్రాలను నియంత్రించే స్వశక్తిని పెంచుకున్నాయి. బ్రిటన్ ఆధిపత్యంలో భారతదేశం కూడా సాగరశాస్త్ర రంగంలో మెల్లిగా ప్రవేశించింది.

ఛాలెంజర్ పరిశోధన యాత్ర ముగిసిన తరువాత గడచిన అర్ధశతాబ్దంలో సాగరశాస్త్ర పరిశోధనలు క్రమబద్ధంగా కాక అడ్డదిడ్డంగా జరిగాయి. అవి మారుమూల ప్రాంతాల్లో అక్కడక్కడా జరిగిన పరిశీలనలే. అయితే ఉత్తర అట్లాంటిక్, నార్వీజియన్ సముద్రాల విషయంలో నార్వేవారు మాత్రం అధ్యయనం కోసం ఎంపిక చేసిన నిర్దిష్ట ప్రాంతాల్లో విపుల పరిశోధన చేయటంలో దృష్టి కేంద్రీకరించారు. ఛాలెంజర్ గవేషణ తరువాత సాగర శాస్త్రాభివృద్ధికి దారితీసిన మహత్తర పరిశోధన జర్మన్లు బయలుదేరదీసిన మీటియోర్ గవేషణే. 1925 లో ఆరంభించి మీటియోర్ అంతకు ముందెవ్వరూ చేయని విధంగా దక్షిణ అట్లాంటిక్ మహాసముద్రమనే ఒకే సముద్ర ప్రాంతంలో శాస్త్రీయమైన సువిస్తృతమైన అధ్యయనం చేసింది. జర్మన్ల స్వభావానికి అనుగుణమైన విస్పష్టతతో మీటియోర్ నౌక 25 నెలల కాలంలో అట్లాంటిక్ మహాసముద్రాన్ని డజనుసార్లకు పైగా దున్నివేసింది. అన్నిరకాల వాతావరణాల్లోనూ ఋతువుల్లోనూ రాత్రింబవళ్లు సేకరించిన

సమాచారంలో సముద్రం లోతులను 7000 పర్యాయాలు శబ్దసాధనాల ద్వారా కొలిచారు. మీటియోర్ గవేషణల ద్వారానే మహాసముద్రం అట్టడుగున ఉన్న భూతలం ఎగుడు దిగుడుగా పర్వత ప్రాంతాల్లాగా కఠినంగా ఉందన్న వాస్తవాన్ని మొట్టమొదటిసారి తెలిసింది. అందాకా అది చదునుగా ఉంటుందని విశ్వసించేవాళ్లు. జర్మన్లు సాగరశాస్త్రంలో వేసిన ఈ ముందడుగు తరువాతి సంవత్సరాల్లో వారు నౌకాబలం పెంచుకోవటానికి ఎంతో తోడ్పడింది.

ద్వితీయ ప్రపంచయుద్ధకాలంలో సాగరశాస్త్రాభివృద్ధి మరో దశాంతరంలో ప్రవేశించింది. ఇది నిజానికి యుద్ధకాలంలో పోటీపడుతున్న దేశాలు చేసిన నౌకాదళాభివృద్ధికి ఫలితమే. ఈ అభివృద్ధికి అమెరికన్లు, యూరోపియన్లు, జపానువాళ్లు, రష్యన్లు, తదితర ఆసియాదేశాల వారందరూ తమతమ ప్రయత్నాలు చేశారు. తమకు ఏమాత్రం తెలియని విచిత్రం సముద్రాల మీద విభిన్నదేశాల నౌకాదళాలు యుద్ధం చేయక తప్పింది కాదు. భిన్నదేశాల యుద్ధనౌకాదళాలు మారుమూలల్లోని ప్రమాదభూయిష్టమైన జలరాశుల మధ్య తిరుగుతూ దక్షిణ పసిఫిక్, అట్లాంటిక్, ఆర్కిటిక్, అంటార్కిటిక్ మహాసముద్రాలను క్రమం తప్పకుండా సందర్శించాయి. ఈ సందర్శనలన్నీ ఆత్మరక్షణ కోసం జరిగిన పోరాటాలే. తాము విహరించిన సముద్రాలను గురించి సాధ్యమయినంత సమాచారాన్ని పోగుచేయక తప్పిందికాదు. ద్వితీయ ప్రపంచ యుద్ధం ముగిసేటప్పటికి ఈ విధంగా సేకరించిన సమాచారాల సంపుటాలకు సంపుటాలుగా నిండి, సముద్రభూతలం, లోతులు, ఉష్ణోగ్రతలు, జలచలనాలు, వాయుచలనాలు, జంతువృక్ష సముదాయాలు, తదితరమైన అనేక సముద్ర సంబంధి విశేషాలను గురించిన ప్రతి చిన్న విషయాన్నీ తెలుపుతుంది. ప్రపంచవ్యాప్తంగా సాగరశాస్త్ర ప్రయోగశాలలు ఆ యుద్ధకాలిక సమాచారాన్ని విశ్లేషించటంలో అధ్యయనం చేయటంలో తలమునకలై పోయాయి.

ఈ విధంగా, ప్రత్యేకించి ఇందునిమిత్తం ఖర్చు పెట్టకుండానే, ద్వితీయ ప్రపంచయుద్ధం మహాసముద్రాల మీద వ్యవస్థీకృత దండయాత్రలు నిర్వహించిందంటే విడ్డూరమనిపించవచ్చు. మానవుడి సముద్రాధిపత్యమనేది చివరిసారిగా విస్పష్టంగా నిరూపితమయింది. అతని భవిష్యదైశ్వర్యం

సముద్రాలతో విడదీయరాని విధంగా సన్నిహితంగా ముడిపడి వుందని కూడా నిరూపిత మయింది. మానవ నాగరకత ప్రధానంగా కోస్తా నాగరకత. కానీ ఇప్పుడది సముద్రాభిముఖమైన సముద్ర నియంత్రితమైన నాగరకతకూడా అని స్పష్టమయింది.

ఆర్కిటిక్ అన్వేషణలు

భూమి మీది ఉత్తర దక్షిణ ధ్రువప్రాంతాలు విపరీతమైన చలితో, దుర్భరవాతావరణంతో, కఠోర భౌతిక పరిస్థితులతో విలక్షణమైనది. ప్రాచీన మానవుడికి ఉత్తర దక్షిణ ధ్రువాలను గురించి అంతగా తెలియదు. ఇటీవలి కాలందాకా ఆర్కిటిక్, అంటార్కిటిక్ ప్రాంతాలు భూతలాలో మహాసముద్రాలో స్పష్టంగా తెలియదు. ధ్రువప్రాంతాలు రెండూ మంచు కప్పిన ప్రాంతాలనీ, మానవ నివాసాలకు అత్యంత అననుకూల స్థలాలనీ స్పష్టంగా తెలిసిన వాస్తవం.

రెండు ధ్రువప్రాంతాల్లోనూ మానవదృష్టిని మొదట ఆకర్షించింది ఆర్కిటిక్. నిజానికి ఆర్కిటిక్ ప్రాంతాన్ని మొదట కనిపెట్టి తరువాత దాన్నే తమ శాశ్వత నివాస స్థానం చేసుకున్నవాళ్లు ఎస్కిమోలు. ఆ శీతల ప్రాంతాలను వాళ్లు ఏనాడు జయించారో స్పష్టంగా తెలీదు. మంగోల్‌జాతికి చెందిన ఈ ప్రజలు సైబీరియా నుంచి ఉత్తరదిశగా ప్రయాణించి, క్రమంగా ఈ మంచు సముద్రం కోస్తా అంతటిలోనూ తమ ఆధిపత్యం విస్తరించారని సాధారణంగా విశ్వసిస్తున్నారు. ఎస్కిమోలు నివసించే ప్రాంతం అలాస్కా నుంచి గ్రీన్‌లాండ్, లేబ్రడార్ల నుంచి రమారమి 10,000 కిలోమీటర్లుంటుంది. మానవజాతి మొత్తం మీద ఎస్కిమోలే ఏకవంశ సంజాతత్వం కలవాళ్లంటారు. అయినప్పటికీ ఈ సువిస్తృత ప్రాంతంలో భాషలో, సంస్కృతిలో, చివరికి భౌతిక లక్షణాల్లో చెప్పుకోదగినంత ఏకరూపత వాళ్లలోనే వుంది. మిగిలిన మానవ నాగరకతలతో గతిశీల సంబంధాలు పోగొట్టుకొన్న ఎస్కిమోలు తమకు ప్రత్యేకమైన జీవనవిధానాలను కల్పించుకొన్నారు.

శతాబ్దాల తరువాత యూరోపియన్లు ఆర్కిటిక్ ప్రాంతాలను అన్వేషించడటం మొదలుపెట్టారు. నార్వే నుంచి వెళ్లిన వైకింగులకే ఆర్కిటిక్

గవేషణలు ముందుచేసిన గౌరవం దక్కాలి. ఆ తరువాత ఇంగ్లీషువాళ్లు, డచ్చివాళ్లు, రష్యన్లు, తదితర యూరపియన్ దేశాలవాళ్లు తమకు ఉత్తరాన ఉన్న శీతల పరిసరాల్లోకి చొచ్చుకపోయే ప్రయత్నాలు చేశారు. దక్షిణాఫ్రికా దక్షిణ అమెరికాల దక్షిణాగ్రాలను చుట్టి క్రమంగా ఆగ్నేయనైఋతి దిశల్లో తూర్పుకు వెళ్లే దారులను కనిపెట్టినట్లే, తూర్పుకు చేర్చే ఈశాన్య సముద్రమార్గాన్ని కనిపెట్టడమనేదే తక్షణ లక్ష్యం. పూర్వమార్గాలు పోర్చుగల్, స్పెయిన్ల గుత్తాధిపత్యంలోకి వచ్చినందున ఇది తప్పలేదు.

తొలితరం అన్వేషకుల్లో విలియం బేరెన్ట్స్ పేరు మోశాడు. నార్వే నుంచి ఉత్తరదిశగా ప్రయాణించిన బేరెన్ట్స్ బేర్ ద్వీపాలనూ, తాను గ్రీన్‌లాండ్ అని భ్రమించిన స్పిజ్‌బెర్గెన్నూ కనుక్కొన్నాడు. అతని బృందం శీతాకాలంలో ఆర్కిటిక్లో చిక్కుబడిపోయింది. తిరుగు ప్రయాణంలో బేరెన్ట్స్ కన్నుమూసినా ఆర్కిటిక్ అట్లాంటిక్కుల మధ్యనున్న సముద్రానికి బేరెన్ట్స్ సముద్రమని అతని పేరేపెట్టారు.

ఆ తరువాత శతాబ్దాధిక కాలానికి రష్యన్ నౌకాదళంలో ఉద్యోగిగా ఉన్న వైటస్ బేరింగ్ అనే డేనిష్ నావికుడు పీటర్ ది గ్రేట్ కాలంలో వేసిన ప్రణాళిక ప్రకారం రష్యన్లు అనేక గవేషణలు వెంటవెంటనే చేశారు. 1741 లో బేరింగ్ స్వయంగా నాయకత్వం వహించిన దళం ఉత్తర పసిఫిక్ చేరి, అక్కడి నుంచి ఆసియా అమెరికాల మధ్యగల సముద్రంలో అడ్డంగా ప్రయాణించి అలాస్కా తీరం చేరింది. తరువాత ఈ సముద్రానికి అతని గౌరవార్థం బేరింగ్ సముద్రం (బేరింగ్ జలసంధి) అనే పేరు బెట్టారు.

జేమ్సు కుక్ అనే ప్రఖ్యాత బ్రిటిష్ పరిశోధకుడు 1798 లో బేరింగ్ సముద్రం ద్వారా ప్రయాణించి సైబీరియా తీరంలోని నార్త్‌కేప్ (ఇప్పటి ష్మిడ్‌కేప్) చేరాడు. బేరింగ్ లాగా కాక కుక్ జలసంధి రెండు వైపులా చూసి ఆసియా, ఉత్తర అమెరికా ఖండాలు రెండూ ప్రత్యేక ఖండాలని నిరూపించగలిగాడు. కేప్టన్ జాన్ రాస్, అతని ప్రధాన సహాయకుడు లెఫ్టినెంట్ డబ్ల్యు. ఇ. పారీ కలిసి ఆర్కిటిక్కును విపులంగా సర్వే చేయడానికి సాహసించారు. బూథియా ద్వీపకల్పం ఆగ్నేయభాగంలో ఉత్తర అయస్కాంత ధ్రువముందని జాన్‌రాస్ మేనల్లుడు జె.సి.రాస్ కనుక్కున్నాడు.

ఈ విధంగా పెరుగుతున్న శాస్త్రీయ పరిశోధనల ఫలితంగా తిమింగిలాల వేట, మత్స్య చర్మవ్యాపారం కూడా క్రమంగా అభివృద్ధికి వచ్చాయి. ఈ రంగంలో ఇంగ్లీష్, డచ్, డేనిష్, ఫిన్నిష్ దేశాలవాళ్లు నాయకులయ్యారు. విలియం స్కోర్స్బె, అతని కుమారుడూ తిమింగాలల వేటలో అత్యంత ప్రసిద్ధులు. మంచులో ప్రయాణానికి పనికివచ్చే క్రోస్ నెట్ (crow's nest), తదితర సాధనాలను కనిపెట్టినవాడు పెద్ద స్కోర్స్బె. తండ్రి మార్గాన విజయవంతంగా నడిచిన పుత్రుడు ఆర్కిటిక్కును గురించి రెండు ముఖ్య గ్రంథాలు రచించాడు. 1806 లో తండ్రీకొడుకూ 81°12'N చేరగలిగారు.

అంతకన్నా ఉత్తరానికి చొచ్చుకపోవటం ప్రమాదకరమయింది. ప్రయాణానికి సాహసించిన నౌకలు హిమఖండాల వల్ల శీతాకాలంలో బద్దలైపోయాయి. అనేక అన్వేషణ యాత్రలు భయంకర సమాప్తి పొందాయి. ఆర్కిటిక్ అన్వేషకుల్లో పరమసమర్థుల్లో ఒకడైన నార్వే దేశీయుడు ఫ్రిద్యాత్ నాన్సెన్ లేటరల్ ప్రెషర్ (lateral pressure) తో తేలి బద్దలు కాకుండా తప్పించుకోగల ఒక రకం నౌకను నిర్మించాలని ఆలోచించాడు. అతని నౌక ఫ్రాం 1893 లో ప్రయాణానికి సిద్ధమయింది. నార్వే వదిలి కారా సముద్రంలోకి ప్రయాణించింది. స్లెజ్ మీద ఉత్తర ధ్రువం చేరాలనే ప్రయత్నంలో హ్యాల్మన్ జాన్సన్‌తో కలిసి బయలుదేరిన నాన్సెన్ తన నౌకను 84°N దగ్గర వదిలి, 86°13' వరకు పోయి రికార్డు స్థాపించాడు. అతని నౌక మంచుబండల దెబ్బలకు పగలకుండా మూడేళ్లు అటూ ఇటూ కొట్టుకపోయి చివరకు 1896 లో స్పిట్జ్‌బెర్గెన్‌కు ఉత్తరాన భద్రంగా బయటపడింది. ఫ్రాం పరిశోధనల తరువాత ఆర్కిటిక్ మహాసముద్రం అనేది ఉన్నదన్న విషయంలో సందేహం తొలగిపోయింది.

భిన్నదేశాల నుంచి బయలుదేరిన అన్వేషణ యాత్రలకు భౌగోళిక ధ్రువం చేరటమే తరువాతి కార్యక్రమ మయింది. 1909 లో ఉత్తరధ్రువం చేరగలిగిన అమెరికాకు చెందిన రాబర్ట్ ఇ.పియరీకి ఈ ఘనతను సాధించిన ప్రతిష్ఠ దక్కుతుంది. ఆ తరువాత 1926 మే నెలలో ఫ్లాయడ్ బెన్నెట్ విమాన చోదకుడుగా ఆకాశమార్గాన ఉత్తరధ్రువం చేరిన మొదటివ్యక్తి రిచర్డ్ ఇ.బైర్డ్.

ఆర్కిటిక్ మహాసముద్ర పరిశోధనకు సహకార పద్ధతిలో కూడా ప్రయత్నాలు జరిగాయి. 1882-83 ను అంతర్జాతీయ ధ్రువసంవత్సరంగా పరిగణించి ఆర్కిటిక్ మొత్తంలో అనేక కేంద్రాలు పరిశీలనలు నిర్వహించి ఫలితాలను క్రోడీకరించాయి. ఈ ప్రయత్నంలో నార్వే, స్వీడన్, డెన్మార్క్, ఫిన్లండ్, రష్యా, హాలండ్, జర్మనీ, ఆస్ట్రియా, అమెరికా, బ్రిటన్లు పాల్గొన్నాయి. అంతకన్నా పెద్దయెత్తున 1932-33 లో అదే పద్ధతిలో ద్వితీయ అంతర్జాతీయ ధ్రువసంవత్సరం నడిచింది.

ద్వితీయ ప్రపంచ యుద్ధం తరువాత ఆర్కిటిక్‌ను శాస్త్రీయంగా పరిశోధించటం బాగా ఎక్కువైంది. ఈనాడు అన్ని మహాసముద్రాలకన్నా ఆర్కిటిక్‌నే ఎక్కువగా అధ్యయనం చేశారని చెప్పవచ్చు. భారీ ఎత్తు ఆర్కిటిక్ పరిశోధనలకు రష్యన్లే నాయకత్వం వహించారు. ఈనాడు భారీ హిమవిచ్ఛేదక నౌకలతో రష్యన్లు ఆర్కిటిక్ అనేది రష్యన్ సరస్సనిపించేటట్లు మంచుతో నిండిన ఆ మహాసముద్రాన్ని దున్నివేస్తున్నారు. 1958 లో నాటిలస్ అనే అమెరికన్ అణుశక్తి చోదిత జలాంతర్గామి ఉత్తరధ్రువం కిందుగా సముద్రంలో విజయవంతంగా ప్రయాణించింది. వేసవిలోనూ చలికాలం లోనూ ఇంధనాన్నీ సమయాన్నీ ఆదా చేయాలని ఇప్పుడు అనేక వాణిజ్య విమాన సంస్థలు ఆర్కిటిక్ మీదుగా అడ్డదారిని ప్రయాణిస్తున్నాయి.

అంటార్కిటిక్ పరిశోధనయాత్రలు

దక్షిణ పసిఫిక్ ప్రాంతానికి చెందిన ఆదిమ 'పాలినీషియన్ ప్రజలకు చాలా ప్రాచీనకాలం నుంచే తెలిసి వుండవచ్చుగాని చరిత్రగతిలో ఇటీవలి కాలంలోనే అంటార్కిటికా నాగరమానవుడి దృష్టికి వచ్చింది శతాబ్దాల తరబడి దక్షిణధ్రువం దగ్గర భూఖండముంటుందా అనే సందేహం ఉండేది. అది ఉందని నిస్సందేహంగా తేలిన తరువాత కూడా దాని పరిమాణం, విస్తృతి తెలియవు. దక్షిణ ధ్రువాన్ని పరివేష్టించిన దక్షిణ భూఖండమే అంటార్కిటికా అని ఇప్పుడు మనకు తెలుసు. 55°S కు దక్షిణంగా ఉన్న ఈ భూఖండానికి చుట్టూ వున్న మహాసముద్రాన్ని అంటార్కిటిక్ అనిగాని దక్షిణ మహాసముద్రమని గాని పిలుస్తారు. వాస్తవానికి పసిఫిక్, అట్లాంటిక్, హిందూ

మహాసముద్రాల కూడలి ప్రాంతమది. 32,248,000 చదరపు కిలోమీటర్ల మొత్తం వైశాల్యంతో ఇది రెండో చిన్న మహాసముద్రం. దీని సగటులోతు 3,701 మీటర్లు.

ఫ్రెంచ్ నౌకాదళాధికారి అయిన జె.బి.సి. బోవేవలోజియర్ తొలితరం అంటార్కిటిక్ అన్వేషకుల్లో ఒకడు. 1739 లో అతను మంచుగడ్డలతో నిండిన ఒక సముద్రంలో నుంచి ప్రయాణించి 54°10'S దగ్గర బోవే ద్వీపాన్ని కనిపెట్టడంలో కృతకృత్యుడయాడు. తరువాత జరిగిన మరో అన్వేషణ యాత్రలో మరో ఫ్రెంచివాడు కెర్గ్యులెన్-ట్రెమరెక్ 1772 లో కెర్గ్యులిన్ ద్వీపాలను కనుగొన్నాడు. కానీ అంటార్కిటిక్ గవేషకుల్లో చరిత్ర ప్రసిద్ధుడైనవాడు కేప్టన్ కుక్ మాత్రమే. 1772-74 మధ్యకాలంలో అతను అంటార్కిటిక్ వలయాన్ని చాలాసార్లు దాటి 1774 జనవరి 30 వ తేదీన 71°S చేరుకున్నాడు.

అంటార్కిటికా పరిశోధనలను సాహసవంతులైన వాణిజ్యపరులూ అదృష్టాన్వేషకులూ బాగా ప్రోత్సహించారు కేప్టన్ కుక్ అడుగుజాడల్లో శీతల సముద్రాల్లో చొచ్చుకుపోవటానికి సాహసించి ప్రమాదకరమైన మంచుకొండల దాకా సీల్ చేపలను వేటాడేరు. సీల్ వేటగాళ్లు తాము సందర్శించిన ప్రాంతాలను గురించి అత్యంతోపయోగకరమైన విషయాలను సేకరించారు లాభదృష్టితో ఒకరితో ఒకరు పోటీపడుతున్నవాళ్లు కాబట్టి తమకు తెలిసిన సమాచారాన్ని చాలావరకు రహస్యంగా దాచిపెట్టారు. ఒక దశ తరువాత అనేక పాశ్చాత్య దేశాలు అంటార్కిటిక్ తిమింగిలాల వేటను తీవ్రతరం చేశారు అంటార్కిటిక్ మహాసముద్రంలో అనేక ద్వీప సముదాయాలున్నాయని కనిపెట్టినవాళ్లు తిమింగిలాలను వేటాడేవాళ్లే.

జేమ్స్ వెడెల్ 160 టన్నుల బ్రిగ్గులో 1823 లో బయలుదేరి ఇప్పుడు తన పేరిట పిలిచే సముద్రంలో ప్రవేశించి 74°S చేరిన రికార్డు నెలకొల్పగలిగాడు అంటార్కిటిక్ సాహసయాత్రికుల్లో చెప్పదగిన మరో పెద్దపేరు అమెరికాకు చెందిన ఛార్లీ విల్కిన్సది. దక్షిణ భూఖండంలోని ఒక విశాలభాగాన్ని మొట్టమొదట చూసినవాడు అతను. అతనే అక్కడొక దక్షిణ భూఖండం ఉండే అవకాశముందని మొదట గుర్తించిన వాడుకూడా. అతను గుర్తించిన దక్షిణ అయస్కాంత ధ్రువం కొంచెం ఇంచుమించుగా సరైనదే.

జేమ్స్ క్లార్క్ రాస్ ఆధిపత్యంలో బ్రిటిష్ ప్రభుత్వం అంటార్కిటికాకు మరో సాహసయాత్రను 1839 లో ప్రోత్సహించింది. ఆ యాత్ర అత్యంత విజయవంతమయింది. తరువాతి సాహసయాత్రల్లో అంటార్కిటిక్ భూఖండానికి ప్రవేశద్వార మనిపించుకున్న రాస్ సముద్రాన్ని కనిపెట్టడమే గాక, ఆ యాత్ర 78°4'S అనే దక్షిణాగ్రాల దాకా చేరగలిగింది.

1874 నాటి శుక్రగ్రహ సంక్రమణ సమయంలో ఆ దృశ్యాన్ని అత్యంత స్పష్టంగా చూడటానికి అనువైన కెర్గ్యులెన్ ద్వీపంలో అమెరికన్, బ్రిటిష్, జర్మన్, ఫ్రెంచ్ సాహసయాత్రికులు సమావేశమయారు. తరువాత అనేక దేశాలు అంటార్కిటిక్ ప్రాంతానికి అనేక సాహసయాత్రలను నిర్వహించాయి. అవి చాలావరకు యూరోపియన్లూ అమెరికన్లూ చేసినవే. రాయల్ సొసైటీ, రాయల్ జిగ్రాఫిక్ సొసైటీలు సంయుక్తంగా (1901-04 మధ్య) బ్రిటిష్ జాతీయ అంటార్కిటిక్ సాహసయాత్రను నిర్వహించాయి. ఆ యాత్ర కమొడోర్ (తరువాత కేప్టన్) ఆర్.ఎఫ్.స్కాట్ అనే రాయల్ నౌకాదళోద్యోగి నాయకత్వంలో జరిగింది. ఇంచుమించు అదే సమయంలో ఎరిక్ వాన్ ఆరిగాల్స్కి ఆధ్వర్యంలో జర్మన్లు "గాస్" సాహసయాత్రను బయలుదేరదీశారు. ఈ రెండు యాత్రలూ మొత్తంమీద అంటార్కిటిక్ మహాసముద్రాన్నీ దాని కావలవున్న భూఖండాన్నీ చాలా విస్తృతంగా సర్వే చేశాయి.

1910 లో కేప్టన్ స్కాట్ "టెరానోవా" లో దక్షిణ ధ్రువాన్ని చేరాలనే లక్ష్యంతో మరో సాహసయాత్రను నడిపాడు. అదే సమయంలో రోనాల్డ్ అముండ్సెన్ నాయకత్వంలోని నార్వీజియన్ బృందం అంటార్కిటిక్‌లో "ఫ్రాం" నౌకలో పరిశోధనలకు బయలుదేరింది. 1911 డిశంబరు 14 వ తేదీన మొట్టమొదట దక్షిణధ్రువం చేరినవాడు అముండ్సెన్. వెన్నువెంటనే 1912 జనవరి 17వ తేదీన స్కాట్, విల్సన్, బోవర్స్, ఎల్.ఇ.జి ఓట్స్., ఎడ్గర్ ఇవాన్స్‌లతో కూడిన బ్రిటిష్ బృందం ధ్రువాన్ని చేరింది. వాతావరణం అనుకూలంగా లేనందువల్ల తిరుగు ప్రయాణంలో ఓట్స్, ఇవాన్సులు మరణించారు.

ప్రథమ ప్రపంచయుద్ధకాలపు విరామానంతరం (1925-27 మధ్య) డిస్కవరీ సాహసయాత్రను బ్రిటిష్ ప్రభుత్వం నిర్వహించింది. దాని ప్రధాన

లక్ష్యం దక్షిణ జలాల్లో సమగ్రసాగర శాస్త్ర పరిశోధనలు నిర్వహించటం. తరువాత సమర్థనాయకులైన క్రిస్టెన్సెన్ (1927-37), విల్కిన్స్ (1928-29), బైర్డ్ (1923-24), మాసన్ (1929-31), ఎల్స్‌వర్త్ (1933-34) ల సాహసయాత్రలు జరిగాయి. 1937 లో అమెరికా ప్రభుత్వం అంటార్కిటాలో శాశ్వత నివాసమేర్పరుచుకొని ఆయా భాగాల్లో శాస్త్రీయ పరిశోధనలు జరపటానికి అమెరికన్ అంటార్కిటికా సర్వీసును ప్రారంభించింది.

ద్వితీయ ప్రపంచయుద్ధ కాలంలో దక్షిణ సముద్ర జలాల్లో సైనిక కార్యకలాపాలు చాలా జరిగాయి. అయితేనేం, యుద్ధ చర్యలు ఆ హిమజలాలను అవగాహన చేసుకోవటంలో పరోక్షంగా చాలావరకు సహాయ పడ్డాయి. ఆ విధమైన నిరంతర తీవ్ర శ్రద్ధవల్ల అంటార్కిటిక్ జలాలను గురించి వాటి తీరాల్లో ఉన్న ఖండాన్ని గురించి, ఆ మొత్తం ప్రదేశాన్ని గురించి మనకిప్పుడు సువిస్తృతమైన పరిజ్ఞానం కలిగింది.

అయితే ఇలా పెరిగిన విజ్ఞానం అంటార్కిటిక్ ఖండంలో ఆయాజాతుల ప్రాంతీయాధికారాలను స్థాపించాలనే దురదృష్టకర ఫలితానికి దారితీసింది. దాదాపు డజన్ దేశాలు ఈ విధంగా అర్థంపర్థం లేని పేచీలు పెట్టడంలో పోటీలు పడ్డాయి. ప్రాదేశికాధికారంకోసం పెట్టిన పేచీలెంత అసందర్భంగా ఉన్నాయంటే ఎవరూ కోరని ప్రదేశం పశ్చిమ అంటార్కిటికాలో 90°w-150°w ల మధ్యనున్నదీ, తూర్పు అంటార్కిటికాలో 45°E-20°w మధ్యనున్నదీ మాత్రమే. అదృష్టవశాత్తూ అగ్రరాజ్యాలయిన అమెరికా రష్యాలు ఆ ఖండంలోని ఏ భాగం మీదా ఆధిపత్యం కోరలేదు. అంటార్కిటికా పరిశోధనలకు అంతర్జాతీయ భూభౌతిక సంవత్సరం (1957-58) గుర్తుగా నిలిచింది. ఆ సంవత్సరం ప్రదర్శితమైన సహకారధోరణి అంటార్కిటికా పరిశోధన కార్యకలాపాలను మరో సంవత్సరానికి విస్తరించటానికి దారితీసింది. 1958 లో పారిస్‌లో స్థాపించిన అంతర్జాతీయ అంటార్కిటిక్ సమితి ద్వారా ఆ అంతర్జాతీయ సంవత్సరంలో జరిగిన పరిశోధనలను సమన్వయించటం జరిగింది. అంతర్జాతీయ సంవత్సరం తరువాత ప్రాదేశికాధిపత్యం విషయంలో పరిశోధనల్లో పాల్గొన్న దేశాలు పట్టుబట్టలేదు. ఈ ధోరణి వాషింగ్టన్‌లో 1959 డిసెంబరు 1 వ తేదీన అంటార్కిటిక్ సంధి పత్రం మీద సంతకాలు

పెట్టడానికి దారితీసింది. అప్పటికే ఆ భూఖండం మీద కేంద్రాలు స్థాపించుకొన్న పన్నెండుదేశాల వాళ్లు ఆ ముప్ఫయి సంవత్సరాల ఒప్పందం మీద సంతకాలు పెట్టారు. ఆ ఒప్పందంలో తరువాత మరి ఆరు దేశాలు చేరాయి. సంతకాలు పెట్టిన దేశాలు ఒకరివగ్గరి సమాచారాన్ని ఇతరులతో స్వేచ్ఛగా పంచుకోడానికి స్వచ్ఛందంగా అంగీకరించాయి. అంతర్జాతీయ భూభౌతిక సంవత్సరం (IGY) అనేది అంతర్జాతీయ స్థాయిలో మొదటిసారి చేపట్టిన సంయుక్త శాస్త్రీయ పరిశోధన; అది సాధించిన మహత్తర విజయం అంటార్కిటాను క్షుణ్ణంగా అధ్యయనం చేయటం. అంటార్కిటికా ఒప్పందం ప్రకారం దక్షిణ మహాసముద్రాన్నీ దాని కానుకొని వున్న భూఖండాన్నీ శాంతియుత ప్రయోజనాలకు మాత్రమే వాడాలి. అంటార్కిటికాలో సైనిక స్థావరాల నిర్మాణం గాని, అణ్వాయుధ పరీక్షలుగాని, రేడియోధార్మిక ద్రవ్యాలను దాచటం గాని నిషిద్ధం.

ఇటీవల విశిష్టమైన అంటార్కిటికా పరిశోధక సంఘంలో భారతదేశం కూడా సభ్యత్వం స్వీకరించింది. అంటార్కిటిక్ గవేషణలకు సంబంధించి నంతలో భారతదేశానికి 1982 జనవరి 9 వ తేదీ అత్యంత ప్రధాన దినం. ప్రస్తుతం భారత ప్రభుత్వంలో మహాసముద్రాభివృద్ధి శాఖకు కార్యదర్శిగా ఉన్న డాక్టర్ ఎస్.జడ్. కాసిం నాయకత్వంలో 21 మంది సభ్యులు గల శాస్త్రజ్ఞుల బృందం అంటార్కిటికాలో దిగింది. ఈ సాహసయాత్రకు భారతీయబృందం నార్వేనుంచి అద్దెకు తీసుకున్న పోలార్ సర్కిల్ అనే నౌకను ఉపయోగించింది. ఆ నౌకలో హెలికాప్టర్లున్నా సముద్రమార్గంలోనే 70°3'S, 41°2'E అనే స్థానంలో కాలుమోపటం జరిగింది. ఆ హిమఖండం మీద నివసించిన కాలంలో భారతీయ శాస్త్రజ్ఞులు హిమానీనదశాస్త్రం (glaciology), భూవిజ్ఞానశాస్త్రం (geology), భూమ్యయస్కాంత శాస్త్రం (geomagnetism), వాతావరణ శాస్త్రం (meterology), సాగరవిజ్ఞానం (oceanography) అనే శాస్త్రాలకు సంబంధించిన ప్రయోగాలు నిర్వర్తించారు. భారతీయబృందం తీరానికి 90 కి.మీ. స్థావరమేర్పరుచుకుంది. ఈ సాహసయాత్రలో జాతీయ సాగరశాస్త్ర సంస్థ ప్రధాన భాగస్వామ్యం వహించింది. ఆ మహాప్రయత్నంలో పాలుపంచుకొన్న ఇతర సంస్థలు భారతీయ భూవిజ్ఞానసర్వేక్షణ సంస్థవారు, భారతీయ వాతావరణ శాఖవారు,

జాతీయ భౌతిక ప్రయోగశాలవారు, భారతీయ నౌకాదళం వారు. భారతీయ బృందం స్థాపించిన స్థావరం పేరు దక్షిణ గంగోత్రి. ఆ బృందం ఒక స్వయంచాలిత వాతావరణ కేంద్రాన్నీ, ఆ వైపుగా పోయే ఇతర శాస్త్రజ్ఞులు అవసరమైతే వాడుకోవటానికి వీలుగా ఆహారపదార్థాలతో, ఇంధనంతో, మందులతో నిండిన ఒక కాందిశీక శిబిరాన్ని అక్కడ వదిలి వచ్చింది. స్థావరం నెలకొల్పడానికి అనువైన ప్రదేశాన్ని గుర్తించడానికీ, స్థావరం దగ్గరకూ అక్కడి నుంచి నౌకలోపలికీ వ్యక్తులనూ వస్తువులనూ చేరవేయటానికీ రెండు నౌకాదళంవారి హెలికాప్టర్లు ఎన్నోగంటల పాటు గగన విహారం చేశాయి. అప్పటికే తెలిసిన ఓబ్, లీనా పర్వతాల మధ్య భారతీయ బృందం ఒక నూతన సముద్ర గర్భ పర్వతశ్రేణిని కనిపెట్టింది. ఈ కొత్తకొండకు మౌంట్ ఇందిర అనే పేరు పెట్టారు.

భారతీయ మహాసముద్ర గవేషణ, ఇతర సహకార కార్యకలాపాలు

ద్వితీయ ప్రపంచయుద్ధం తరువాత సముద్రం చేరే మానవుల ప్రయత్నాలు సాహసవత్తరంగానూ మరింత క్రమబద్ధంగానూ జరిగాయి. సముద్రమనేది హద్దుల మధ్య విభజించడానికి వీలుకానిది కాబట్టి అన్యోన్య సహకారంతో ప్రయత్నిస్తేనే మహాసముద్ర పరిశోధనలు అధిక ఫలవంతమవుతాయనే అనుభవజ్ఞానం కలిగింది. ఈ గుర్తింపు ప్రపంచ స్థాయిలో మహాసముద్రాలను గురించిన విషయ సేకరణ చేయడానికి మరో ప్రయత్నాన్ని ఆరంభించటానికి దారితీసింది. 1957-58 నాటి అంతర్జాతీయ భూభౌతిక సంవత్సరంలో అట్లాంటిక్ మహాసముద్రం మొత్తాన్ని అత్యంత విస్తృతంగా పరిశోధించటంలో ప్రపంచం అంతటిలోని సాగర శాస్త్రజ్ఞులు అన్యోన్యం సహకరించారు. 1957 లో ఒక బ్రిటిష్ నౌకా, మూడు అమెరికన్ నౌకలూ అట్లాంటిక్ మహాసముద్రాన్ని ఉత్తర దక్షిణాలుగా అడ్డంగా దున్నాయి. ఈ సర్వే సమయంలో ఒక్కొక్క పడవ మరోదాన్ని ఎన్నోసార్లు మార్గమధ్యలో కలిసింది; అంతకుముందు మీటియోర్ స్థాపించిన కేంద్రాలెన్నిటినో ఎన్నోసార్లు దాటివేశాయి. అదేవిధంగా రష్యన్లు బ్రహ్మాండమైన వితియాజ్, అకదమిక్ కుర్చతొవ్ అనే నౌకలతో సాగరశాస్త్ర రంగంలో పెద్ద ఎత్తున కాలుమోపారు. అంతర్జాతీయ భూభౌతిక సంవత్సరంలో

ఇతర యూరపియన్. దేశాల వారు కూడా పాలుపంచుకున్నారు. ఈ సహకారాత్మక ప్రయత్నాల ఫలితాల్లో ప్రధానమైన దొకటేమంటే అంట్లాంటిక్ మహాసముద్రానికి సంబంధించిన సమగ్రమైన చిత్రపటాన్ని ప్రచురించటం.

ప్రపంచస్థాయిలో చేపట్టిన మరో సహకారాత్మక ప్రయత్నం అంతర్జాతీయ హిందూమహాసముద్ర పరిశోధనయాత్ర. దాన్ని యునెస్కో వారూ అంతర్జాతీయ సాగరశాస్త్ర సమితి వారూ సంయుక్తంగా నిర్వహించారు. అట్లాంటిక్ పసిఫిక్ మహాసముద్రాల లాగా కాకుండా (అవి రెండూ ఉత్తరదక్షిణ ధ్రువాలు రెండిటితోనూ సులభంగా కలిసివుంటాయి) హిందూ మహాసముద్రం భూఖండాల మధ్య ఉండేది. (దానికి దక్షిణ ధ్రువమార్గంతో మాత్రమే సులభసంబంధం). అందువల్ల అందులో అనేక ప్రత్యేకతలున్నాయి.
ప్రత్యేకతల్లో అత్యంత ప్రధానమైనది "ఋతుపవనా" అనే గాడ్పులు వీచే దిశలో ద్వివార్షికంగా వ్యతిక్రమత్వం కనిపించటం. హిందూమహాసముద్రాధ్యయన విషయంలో ఇంతకాలం చూపిన నిర్లక్ష్యం అన్నిదేశాలవారూ ఉమ్మడిగా సహకారాత్మక ప్రయత్నాలను బాగా సమ్వయించి చేస్తే తప్ప లోపరహితంగా కాదని గుర్తించారు.

అంతర్జాతీయ హిందూమహాసముద్ర పరిశోధనయాత్ర ఆరంభించేదాకా అన్ని మహాసముద్రాల కన్నా సరిగ్గా తెలియనిది హిందూమహాసముద్రమే. అయితేనేం ? హిందూమహాసముద్రానికి సంబంధించి సాగర శాస్త్రాభివృద్ధికి ఈ యాత్ర వరప్రసాదమయింది. ఈ అంతర్జాతీయ ప్రయత్నంలో భారతదేశంతో సహా 20 దేశాలు 38 నౌకలతో చాలామంది పరిశోధకులతో పాల్గొన్నాయి. ఈ కార్యక్రమం 1941 నుంచి 1945 దాకా సాగింది. భారతీయుల చేరిక 1962 సెప్టెంబరుతో మొదలై 1965 డిశంబరుతో ముగిసింది.

దేశంలోని అనేక విశ్వవిద్యాలయాలనుంచీ పరిశోధన సంస్థలనుంచీ సేకరించిన భారతీయ బృందం కార్యకలాపాలను నిర్దేశించింది. మహాసముద్ర పరిశోధనార్థం స్థాపించిన భారత జాతీయ సంఘం. అనేక సముద్ర యాన కార్యక్రమాల్లో పాల్గొనడానికి నాలుగు భారతీయ పరిశోధక నౌకలను

సమాయత్తం చేశారు. ఆ నాలుగింటిలో పెద్దదైన ఐ.ఎన్.ఎస్. కృష్ణ భారతీయ నౌకాదళానికి చెందిన 90 మీటర్ల పొడుగైన ఫ్రిగేట్. దాన్ని మార్చి సాగర శాస్త్రావసరాలకు తగినట్లు పునర్నిర్మించారు. ఆర్.వి.వరుణ (చిత్రం 4) (అప్పటి ఇండో-నార్వీజియన్ కార్యక్రమానికి చెందింది; ప్రస్తుతం కొచ్చిన్‌లోని ఇంటిగ్రేటెడ్ ఫిషరీస్ ప్రాజెక్టులో ఉంది), ఆర్.వి. కాంచ్ (కేరళ విశ్వవిద్యాలయానికి చెందింది), ఎఫ్. వి. బంగా (కేంద్ర ప్రభుత్వంలోని ఆహార వ్యవసాయ మంత్రివర్గానికి చెందింది) అనేవి ఐ.ఎన్.ఎస్. కృష్ణతో పోలిస్తే చాలా చిన్నవేగాని మహాసముద్ర పరిశీలనకు తగిన సాధన సంపత్తి కలవే. ఈ రచయితకు అంతర్జాతీయ హిందూ మహాసముద్ర పరిశీలన కార్యక్రమంలో పాల్గొని ఐ.ఎన్.ఎస్. కృష్ణ, ఆర్.వి.కోచ్‌లు రెంటిలోనూ అనేక పర్యాయాలు ప్రయాణించే అవకాశం లభించింది.

భారతీయ బృందం సర్వతోముఖ, సమాకలిత పరిశోధన కార్యక్రమం నిర్వర్తిస్తూ సాగరశాస్త్రానికి సంబంధించిన సమస్త విషయాలనూ భారతీయ సాగర పరిసరాలకు సంబంధించిన సువిస్తృత వాతావరణాధ్యయనాలనూ రేడియో ధార్మిక అధ్యయనాలనూ నిర్వర్తించింది. ఐ.ఐ.ఓ.ఈ. లో పాల్గొన్నందువల్ల భారతదేశం ఎన్నో లాభాలు పొందింది. అంతర్జాతీయ సాగరశాస్త్ర పరిశోధనానుభవాలకు ప్రత్యక్ష ఫలితంగా, ఈకాలపు అవసరాలకు ప్రతిస్పందనగా గోవాలోని పనాజీలో జాతీయ సాగరశాస్త్ర సంస్థను నిర్మించారు. భారతదేశంలో సుశిక్షితులైన సాగరశాస్త్రజ్ఞులతో ఒక కేంద్ర విభాగాన్ని సృష్టించడానికి ఈ పరిశోధనలు తోడ్పడ్డాయి. సి.ఎస్.ఐ.ఆర్. ఆధ్వర్యంలో 1966 జనవరిలో జాతీయ సాగరశాస్త్ర సంస్థను ఆరంభించారు. ఆ సంస్థను దరిమిలా బాగా అభివృద్ధి పరిచారు. ఇప్పుడందులో అనేక విభాగాలున్నాయి. సాగర భౌతికశాస్త్రం (Physical Oceanography), సాగర రసాయన శాస్త్రం (Chemical Oceanography), సాగర జీవశాస్త్రం (Biological Oceanography), సాగర భూ, భూభౌతికశాస్త్రం (Geological and Geophysical oceanography), సాగరశాస్త్రసాధన నిర్మాణం (Marine Instrumentation), సాగరయాంత్రికశాస్త్రం (Ocean Engineering), ప్రణాళికా రచన, దత్తాంశ విశ్లేషణం

(Planning and Data Processing) అనేవి. ఈ సంస్థకు అనేక ప్రాంతీయ స్థావరాలూ కేంద్రాలేగాక సొంత పరిశోధక నౌక ఆర్.వి. *గవేషణి* కూడా అధీనంలో ఉంది. 1900 టన్నుల ఈ నౌకలో అత్యాధునికమైన మహాసాగర శాస్త్రపరికరాలూ, చోదన వార్తావ్యవస్థలూ, ఖచ్చితంగా స్థాన నిర్ణయం చేయటానికి కావలసిన ఉపగ్రహ చోదన వ్యవస్థా (Satellite Navigational System) కూడా ఉన్నాయి.

భారతీయ సాగరశాస్త్రం

భారతదేశంలో జరిగిన సాగరశాస్త్రపరిశోధనల చరిత్రను ఇక్కడ స్థూలంగా చెప్పవచ్చనుకుంటాను. 1871 లో కలకత్తాలోని ఇండియన్ మ్యూజియంలోని ఒక అధికారి డ్యాక్టర్ జె.వుడ్-మేసన్‌ను ఆ ప్రాంతంలోని జంతువృక్షాలను అధ్యయనం చేయటానికి అండమాన్ దీవులకు పంపారు. బ్రిటిష్ వారి హయాంలో జరిగినట్లు నమోదయిన మొట్టమొదటి సాగరశాస్త్రాధ్యయనం అదే. కలకత్తా కేంద్రంగా 1872 లో మారైన్ సర్వే ఆఫ్ ఇండియాను స్థాపించారు. సరిగ్గా ఈ కాలంలోనే ఇంతకుముందు పేర్కొన్న ఛాలెంజర్ సాహసయాత్ర జరిగించిందని గుర్తుకు తెచ్చుకోండి. 1881 మారైన్ సర్వే ఆఫ్ ఇండియా వారి అధీనంలో ఆర్.ఐ.ఎం.ఎస్. ఇన్వెష్టిగేటర్ అనే 580 టన్నుల నౌకను నిర్మించి ఇచ్చారు. ఇన్వెష్టిగేటర్ - *I* స్థానంలో 1908 లో ఇన్వెష్టిగేటర్ - *II* అనే 1,078 టన్నుల నౌకను, మొదటి దానికన్నా వేగంగా ప్రయాణించేదాన్ని, ఏర్పాటు చేశారు. 1910 లో కర్నల్ ఆర్.బి.ఎస్.సెవెల్ సర్జన్ న్యాచురలిస్టుగా అధికారం స్వీకరించారు. ఆయన చేసిన విస్తృత పరిశోధనల ఫలితంగా భారతీయ సాగరశాస్త్ర ముద్భవించిందనీ ఆ శాస్త్రానికి మనదేశంలో ఆయనే ప్రథమప్రవర్తకుడనీ వర్ణించవచ్చు. సెవెల్ సేకరించిన సమాచారం ఈనాటికీ భారతభూభాగాన్ని ఆవరించిన సముద్రాల్లోని జీవ, రసాయన, భౌతిక, వాతావరణ శాస్త్రవిశేషాలకు సంబంధించిన ప్రాథమిక సమాచారాన్ని అందిస్తున్నదని చెప్పాలి. ప్రథమ ప్రపంచ సంగ్రామకాలంలో పరిశోధనలు ఆపుచేసినా తరువాత పునరుద్ధరించి 1926 దాకా వాటిని నిర్వహించారు. ఈ పరిశీలనలు ఆధారంగా జరిగిన పరిశోధనల ఫలితాలే మనదేశంలోని సాగర శాస్త్ర సాహిత్యానికి పునాదులు (వీటిని ఇండియన్ మ్యూజియం, రాయల్

ఏషియాటిక్ సొసైటీవారి బెంగాల్ విభాగం వాళ్లు తమ ప్రచురణల్లో ప్రకటించారు).

ప్రఖ్యాతమైన దానా సాహసయాత్ర (1928-30), జాన్ మరే సాహసయాత్ర (1933), గాలథియా సాహసయాత్ర (150-52) మొదలైన వాటిలో భాగంగా భారతీయ సముద్రాల్లో విహరించిన అనేక నౌకలు సేకరించిన సమాచారం వల్ల సాగరశాస్త్రానికి చెప్పుకోతగినంత విషయం లభించింది. ఈ పరిశోధనల ఫలితాలను కూడా అనేక సంపుటాలుగా ప్రచురించారు.

స్వాతంత్ర్యానంతరం కేంద్ర సముద్ర మత్స్య పరిశోధన సంస్థ (మునుపు మండపంలో ఉండేదిగాని ఇప్పుడు కొచ్చిన్లో ఉంది), కొచ్చిన్లోని నౌకాదళ సాగరశాస్త్ర పరిశోధన వంటి అనేక సంస్థలను స్థాపించటం ద్వారా సాగర పరిశీలనలకు కొత్త ఊతం చేకూరింది. సాగరశాస్త్రానికి సంబంధించి భౌతిక విశేషాలను అధ్యయనం చేయటానికి కేంద్ర భూభౌతిక బోర్డువారు సాగరభౌతిక శాస్త్ర విభాగాన్ని ఏర్పాటు చేశారు. ఆంధ్ర, కేరళ, కొచ్చిన్, అన్నామలైల వంటి అనేక విశ్వవిద్యాలయాల్లో సాగరశాస్త్రాధ్యయనం కోసం ప్రత్యేక శాఖలు నెలకొల్పారు. ప్రస్తుతం దాదాపు డజన్ విశ్వవిద్యాలయాల్లో సాగరశాస్త్రాధ్యయనం కోసం ప్రత్యేకశాఖలు నెలకొల్పారు. ప్రస్తుతం దాదాపు డజన్ విశ్వవిద్యాలయాల్లో సాగరశాస్త్రాలకు సంబంధించిన అనేక విషయాల్లో స్నాతకోత్తర స్థాయి విద్యాభ్యాసం, పరిశోధనలూ జరుగుతున్నాయి. అదేవిధంగా జాతీయ సాగరసంస్థ, కేంద్రీయ సాగరమత్స్య పరిశోధన సంస్థలే కాక చమురు, సహజ వాయువుల కమిషన్ వంటి అనేక ఇతర సంస్థలు కూడా పూర్తిగానో పాక్షికంగానో సాగరశాస్త్రంలోని అనేక శాఖల్లో అధ్యయన పరిశోధనలు సాగిస్తూనే ఉన్నాయి.

ఇటీవల ప్రధానమంత్రి ప్రత్యక్ష నియంత్రణలో మహాసాగరాభివృద్ధి శాఖను ప్రత్యేకంగా నెలకొల్పారు. దేశంలోని విభిన్న సంస్థలు చేపట్టిన సాగరశాస్త్ర పరిశోధన కార్యక్రమాలను సమన్వయించటం, మహాసముద్రాల్లోని వనరుల మీద ఆధారపడ్డ అభివృద్ధి కార్యక్రమాలకు కావలసిన సంపూర్ణ పర్యవేక్షణ

వేస్తూ నిధులు కేటాయించటం ఈ శాఖ కర్తవ్యాలు. అంతర్జాతీయ విఖ్యాతి గాంచిన సాగరశాస్త్రజ్ఞుడూ, ఇంతకుమునుపు జాతీయ సాగరసంస్థకు సంచాలకుడూ అయిన డాక్టర్ ఎస్.జడ్. కాసిం ఈ శాఖకు కార్యదర్శిగా పదవి స్వీకరించారు.

మూడో ప్రకరణం

మహాసముద్రాలు – భూవిజ్ఞాన, భౌతిక లక్షణాలు

భూమ్యుపరితలం మీద నాలుగింట మూడువంతుల భాగం దాకా జలమయమని ఇంతకు ముందే పేర్కొన్నాం. నిజానికి మన భూమి ఒక జలగ్రహం. అపార జలరాశి మధ్య మనం నివసించే భూఖండాలు కేవలం పెద్ద ద్వీపాలు మాత్రమే. ఈ జలరాశిని మహాసముద్రాలుగా మానవుడు విభజించింది సౌలభ్యం కోసమే. భూఖండాల ఉనికినీ స్థానాన్నీ అనుసరించి మహాసముద్రాల మధ్యనున్న హద్దులను నిర్ణయిస్తున్నాం. కింది పేర్కొన్న మహాసముద్రాలు గుర్తించినవి (చిత్రపటం 5 ; పట్టిక I).

పట్టిక I

అయిదు మహాసముద్రాలూ, వాటి వైశాల్యం, సగటులోతు

	చ.కి.మీ.లో వైశాల్యం	మీటర్లలో సగటులోతు
అట్లాంటిక్	105,229,900	3920
పసిఫిక్ (శాంత-)	177,597,900	4280
ఇండియన్ (హిందూ-)	74,049,290	3950
ఆర్కిటిక్ (ఉత్తర-)	13,926,900	1200
అంటార్కిటిక్ (దక్షిణ-)	32,248,000	3701

మహాసముద్ర మండలం

అగభీర మండలం

పెలజిక్ ప్రావిన్స

తీరాంచలం

200
400
600
800
1000
1200
1400
1600
1800
2000

1. అధివిక్షేప
2. మాధ్యమిక విక్షేప
3. గభీర విక్షేప
4. అగాధ విక్షేప

చిత్రం 5 : మహాసముద్ర భూతల, మహాసముద్ర జలరాశి విభాగాలు, లోతు, వెలుతురు ప్రవేశం వగైరాలను బట్టి సముద్రం అడుగుభాగాన్ని ఖండప్రవణత అనీ, అగాధమనీ విభజిస్తారు. సముద్రజల విభాగాలను కూడా సూచించాం.

అయితే సముద్ర జలాలన్నీ ఒకదానితో ఒకటి కలిసేవున్నాయి. జలమేకాక జీవరాశులనూ నిర్జీవ పదార్థాలనూ అవి ఒకదానితో ఒకటి మామూలుగా మార్చుకుంటుంటాయి. కానీ తామున్న నిర్దిష్టస్థానాన్ని బట్టి, సమీపంలోని భూఖండాలతో ఉన్న సంబంధాలను బట్టి ప్రతి మహాసముద్రమూ తనదైన ప్రత్యేక లక్షణాలను కూడా ప్రదర్శిస్తుంది. జలసంచారంతో సహా సముద్రప్రవర్తనలన్నీ ఈ లక్షణాల్లో భాగమే. ఉష్ణోగ్రత, లవణీయత, అడుగు భాగం భౌతికలక్షణాలు, జంతువృక్ష సంపద, సమీప భూమి మీద సముద్ర ప్రభావం అందులోని భాగాలే.

మహాసముద్రం అనే సంకేతపదంతో బాటు సముద్రం, అఖాతం, జలసంధి వగైరా మాటలు వాడుతుంటాం. ఇవన్నీ సమీపంలో గాని, పరివేష్టించిన భూఖండాలకు గాని సంబంధించిన మహాసముద్ర భాగాలను వివరించడానికి వాడేవి. ఈ చిన్నచిన్న వర్గీకరణల్లో అనేకం మహాసముద్రాలకు సంబంధించిగానే గుర్తించాలి. ఉదాహరణకు భారతదేశం చుట్టూ గల సముద్రాలు (అరేబియా సముద్రం, లక్షద్వీప సముద్రం, కచ్ సింధుశాఖ, మన్నార్ సింధుశాఖ, పాక్ జలసంధి, బంగాళాఖాతం, అండామాన్ సముద్రం, వగైరాలు) ప్రాథమికంగా హిందూ మహాసముద్రానికి చెందిన జలరాశి భాగాలు. సాధారణంగా నిర్దిష్ట మహాసముద్రానికి సంబంధించిన లక్షణాలే దానికి చెందిన అఖాతాలకూ సముద్రాలకూ సింధుశాఖలు వగైరాలకూ అన్వయిస్తాయి.

మహాసముద్రాల ఉత్పత్తి

మహాసముద్రాలు రమారమి మూడు బిలియన్ల సంవత్సరాలుగా ఉన్నాయని, భూమి దాదాపు అయిదు బిలియన్ల సంవత్సరాలుగా ఉందనీ భూవిజ్ఞాన శాస్త్రజ్ఞులు విశ్వసిస్తారు. విశ్వసృష్టికి సంబంధించిన వాయుమేఘ సిద్ధాంతం ప్రకారం (ఇప్పుడు చాలామంది శాస్త్రజ్ఞులు దీన్ని అంగీకరిస్తున్నారు) అనాదివాయు మేఘాలు ప్రచండంగా సుళ్లు తిరుగుతూ కొంచెమించుమించుగా ఒకే సమయంలో సూర్య మండలానికి దాని ఉపగ్రహాలకూ జన్మనిచ్చాయి. అయితే తన బ్రహ్మాండమైన పరిమాణం వల్ల మాత్రమే సూర్యమండలం నక్షత్రాగ్ని గోళంలాగా మండిపోవడానికి కావలసిన

ఉష్ణాన్ని ఉత్పత్తి చేయగలుగుతున్నది. ఈ జాజ్వల్యమానమైన కేంద్రానికి చుట్టూ తిరుగుతున్న దాని ఉపగ్రహాలు క్రమంగా భిన్న దశల్లో శీతలీకరణం పొందాయి. ఈ విధానమే భూమి సృష్టికూ కూడా కారణమయింది.

మొదట్లో మహాసముద్రాలే లేవు. సుదీర్ఘ శీతలీకరణ కాలంలో మహాసముద్రాలు ఏర్పడ్డాయి. భూమ్యుపరితలోష్ణోగ్రత 100° సెల్షియస్‌కు మించి ఉన్నంతకాలం నీరు ఆవిరి రూపంలో మాత్రమే చుట్టి ఒక మహామేఘం లాగా నాటి భూమిని ఆవరించింది. ఉపరితలం మరింత చల్లబడగానే వాతావరణంలోని తేమ ఘనీభవించి ఆనుసాంవత్సరిక వర్షపాతంగా పరిణమించింది. తనతోబాటు ద్రావణీయ పదార్థాలను కూడా సేకరించిన నీరు గుంటల్లో నిండటం మొదలయింది. అయితే అడుగున ఉన్న రాళ్లు అప్పటికీ బాగా వేడిగా ఉండటం వల్ల పడ్డ నీళ్లు పడ్డట్లే త్వరత్వరగా ఆవిరిగా మారి వాతావరణంలో అదృశ్యమయ్యేది. ఈ చక్రీయవిధానం మిలియన్ల సంవత్సరాల పాటు జరగ్గా అనాది మహాసముద్రాలేర్పడ్డాయి. అసంఖ్యాకంగా దారిమళ్లే నదులు అనంత పరిమాణంలోని కరిగిన లవణాలను చేయవేయగా మహాసముద్రాలు శాశ్వతంగా నిండిపోయాయి. అవిచ్ఛిన్నంగా ఆవిరిగా మారటం, తద్వారా సముద్రాల నుంచి లవణరహిత జలం ఆవిరిరూపంలో తొలగిపోవటం, జీవనదీ ప్రవాహాలు నిరంతరాయంగా అదే సమయంలో లవణాలను తెచ్చి చేర్చటం కారణాలుగా సముద్రజలంలో లవణత్వం పెరగటానికి దోహదం చేశాయి. ఇప్పటి లవణీయతా స్థాయికి సముద్రాలు చేరడానికి మిలియన్ల సంవత్సరాల కాలం పట్టిందని శాస్త్రజ్ఞుల విశ్వాసం.

మహాసముద్రాల అధస్తల చరిత్ర ఇంకా సంక్లిష్టమయింది. భూపటలం (earth's crust) లో అనేక సంచలనాలు జరిగాయని ఇప్పుడు బాగా తెలుసు. భూపటలంలో మెల్లిగా జరిగిన స్థానాంతరణం (shifting) లో కొత్త పర్వతాలు మొలకెత్తాయి; నూతన గర్తాలు ఏర్పడ్డాయి. తదనుగుణంగా మహాసముద్రాల రేఖాకృతుల్లో సరిహద్దుల్లో చాలాచా మార్పులు జరిగాయి.

మన భూఖండాలింకా పరివర్తనశీలంగానే ఉన్నాయని శాస్త్రజ్ఞులు సూచిస్తున్నారు. అయితే అది మన దైనందిన జీవితంలో గుర్తించలేనిది;

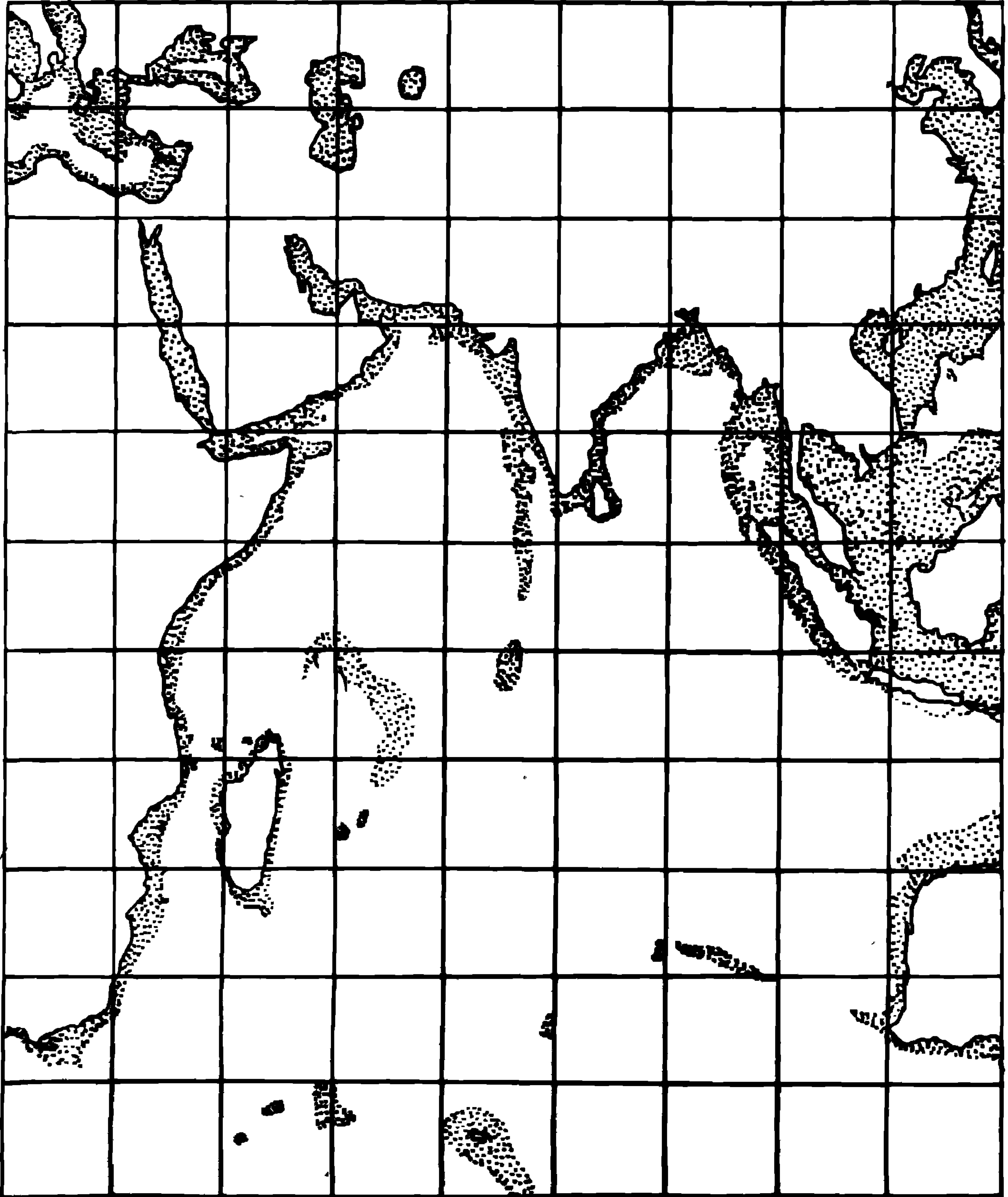
భూపరిణామ క్రమంలోని అన్ని విధానాల్లాగానే ఈ మార్పు కూడా చాలా మెల్లిగా జరిగేవి.

సముద్రాంతర్గత భూతలం శాశ్వతంగా నీళ్లలో ఉండే భూమ్యుపరితల భాగమే. మానవుడు నిన్న మొన్నటిదాకా సముద్రం అడుగునేలను గురించి ప్రత్యక్షంగా తెలుసుకోగలిగింది అల్పాల్పం. నిజానికి దానిలోతులు తెలుసు కోవడానికి సీసం ఇనుము బరువులతో భిన్నస్థలాల్లో యాంత్రికంగా శబ్దించి మాత్రమే తెలుసుకొనేవాళ్లు. ఈ గభీరతా మాపకాల ద్వారా పరిసర ప్రాంతాలు కూడా అదేవిధంగా ఉన్నాయని ఊహించే వాళ్లు మహాసముద్రాల అట్టడుగు భూమి భౌతిక లక్షణాలను ఈ విధమైన చురుకైన ఊహల ద్వారా తెలుసుకోవలసి వుండేది.

గత అర్ధ శతాబ్దంలో మహాసముద్రాల అడుగు భూమిని గురించిన మన పరిజ్ఞానం ఎలాగయితేనేం చాలా బాగా పెరిగిపోయింది. ప్రతిధ్వని మాపకం **(echo-sounder)** అనే యంత్రాన్ని కనిపెట్టడం ఇందుకు ప్రధానం కారణం. సముద్రం అట్టడుగు భాగానికి ధ్వని తరంగాలు చేరటానికీ, తిరిగి రావటానికీ పట్టే సమయాన్ని లెక్కించటం ద్వారా మహాసముద్రాల లోతులు తెలుసుకుంటున్నారు. ధ్వని వేగం తెలుసు కాబట్టి వ్యవధిని గుర్తించటం ద్వారా లోతును లెక్కించగలుగుతున్నారు నౌక ప్రయాణిస్తూ ప్రతిధ్వని మాపనం చేయటం వల్లనూ, ఇందుకోసం ఏర్పాటు చేసిన గ్రాఫ్ కాగితం మీద లోతుల్లోని భేదాలనూ నిరంతరాయంగా స్వయంచాలితంగా నమోదు చేయవచ్చు. ఈ సౌకర్యం కారణంగా వేలాది నౌకల నిరంతర ప్రయాణాల్లో మహాసముద్రస్థ భూతల రేఖాకృతులను నిరంతరాయంగా గ్రహించటం జరిగింది. ఫలితంలో మనకిప్పుడు సముద్రం అడుగుభాగానికి సంబంధించిన ఖచ్చితమైన రేఖాపటాలు అందుబాటులో ఉన్నాయి. ఈ రేఖాకృతులు ఆధారంగా భూపటాల్లాగ త్రిమితీయ రేఖాపటాలను సముద్రాలకూ్కడా సిద్ధం చేశారు. సోనార్ అనేది చాలా సున్నితమైన ధ్వని శాస్త్ర ధనం. ఇది (ప్రతిధ్వని మాపకంలాగా) నేరుగా తన కిందుగా వున్న వస్తువులనే గాక తనకు ముందూ పార్శ్వాల్లోనూ ఉన్నవాటిని కూడా గుర్తించగలదు. ఇది బెస్తవారికే కాక నౌకాదళానిక్కూడా సహాయకారి. దీనిద్వారా పడవకు దగ్గర్లో వున్న చేపల గుంపులనే కాక జలాంతర్గాములను కూడా కనుక్కోవచ్చు.

ఖండ తీరాంచలం

మహాసముద్రాల అడుగునేలను మూడు ప్రధాన ప్రాంతాలుగా విభజించవచ్చు. ఖండ తీరాంచలాల ఖండ ప్రవణత, అగాధమని భూమి నుంచి చూసి



చిత్రం 6 : హిందూ మహాసముద్రంలోని ఖండతీరాంచలాలు. లేత రంగులో గుర్తించిన ప్రదేశాలు పోలికమీద తక్కువ లోతైన తీరాంచలాలను సూచిస్తాయి.

కూడా చెప్పవచ్చు (చిత్రం 3). త్రిమితీయంగా తక్కువ లోతైనవని పోల్చి చెప్పగలగటం మీద ఆధారపడిన విభాగమిది. ఖండ తీరాంచలమంటే మహాసముద్రభూముల మధ్య హద్దని వివరించవచ్చు. ఇది ఎప్పుడు భూప్రభావానికే లోనయివుంటుంది; నదులద్వారా వాననీటి ద్వారా నిరంతరం వచ్చిచేరే పోషకపదార్థా లిక్కడ సమృద్ధంగా ఉంటాయి. ఈ ప్రాంతంలో గరిష్ఠంగా ఉండే లోతు 200 మీటర్లు కాబట్టి ఈ తీరాంచలంలోని కొంత భాగానికి సూర్యరశ్మి చాలినంతగా అందుతుంది. తీరతరానికీ ఈ అంచలం వెడల్పు మారుతూ ఉంటుంది. భారతదేశంలో తూర్పు కోస్తా దగ్గర తీరాంచలం వెడల్పు సాధారణంగా తక్కువ; పడమటి కోస్తావైపు చాలా ఎక్కువ. తీరం నుంచి 100 కిలోమీటర్ల దూరం విస్తరించిన తీరాంచలం వెడల్పు గుజరాత్ దగ్గర ఎంతో ఎక్కువ. తమిళనాడు, ఆంధ్రప్రదేశ్ తీరాల వెంబడి తీరాంచలం వెడల్పు చాలా తక్కువ - మామూలుగా అయిదు కిలోమీటర్ల కన్నా తక్కువ. ఖండ తీరాంచలంలో జీవపదార్థాలు సమృద్ధం. పోషక పదార్థాలూ సూర్యరశ్మి కావలసినంతగా దొరుకుతున్నందువల్ల జంతువృక్ష సంతతి తీరాంచలంలో బాగా పెరుగుతుంది.

ఖండ ప్రవణత

తీరాంచలం దాటగానే సముద్రం వైపు చాలా పెద్ద వాలు కనిపిస్తుంది. చాలా ఎక్కువ వాలున్న ప్రాంతాన్ని ఖండ ప్రవణత అంటారు. జంతువృక్ష జీవాలంతగా లేని ఈ నిట్టనిలువు వాలు ఇంకా లోతైన అగాధం వైపు వాలిపోతుంది. ఎక్కడైనా సరే ఈ ప్రవణత చాలా సంకుచితంగా ఉండి, లోతైన భాగాల్లో పీఠభూములతో కందకాలతో నిండివుంటుంది. ఉత్తర అమెరికా తూర్పు కోస్తా వెంటనూ హిందూ మహాసముద్రంలోని కొన్ని భాగాల్లోనూ సాధారణంగా పీఠభూములు కనిపిస్తాయి. ప్రపంచంలోని ఇతర ప్రాంతాల్లో ఈ ప్రవణతలు ఒక్కసారిగా అగాధ కందాకాల్లో కలిసిపోతాయి. ఈ విధంగా దిగజారటం అకస్మాత్తుగా జరగవచ్చు. క్రమంగానూ జరగవచ్చు. ఈ కందకాలు సాధారణంగా 600 మీటర్లకు మించిన లోతుగల అనుదైర్ఘ్యగర్తాలు (longitudinal depressions) ఇలాంటివి చాలావరకు

పసిఫిక్ మహాసముద్రంలోనే కనిపిస్తాయి. రెండో పట్టికలో మూడు ప్రధాన మహాసముద్రాల్లోని గర్తాలను పేర్కొన్నాం.

తీరాంచలాల వెంబడి కొన్ని ప్రాంతాల్లోని ప్రవణ ఖండాల దగ్గరా తరుచుగా గభీరగహ్వరాలు (deep canyons) ఉన్నాయి. పీఠభూముల్లాగా గర్తాల్లాగా అవి తీరానికి సమాంతరంగా ఉండక వాటికి నిటారుగా ఉంటాయి. తీరాంచలంలోని ఏదో ఒక చోట మొదలై అది వాలుమీదుగా మెలికలు తిరుగుతూ దిగజాతి మహాసముద్ర భూతలంలోకి తెరుచుకుంటాయి. అమెరికా ఈశాన్యతీరం వెంబడి ఇలాంటి జలాంతర్గత గహ్వరాలు చాలా పెద్ద సంఖ్యలో నమోదయాయి. కాంగో, సింధు, గంగానదుల సంగమస్థలాల దగ్గరా దక్షిణ కాలిఫోర్నియా తీర ప్రాంతంలోనూ ఇతర గహ్వరాలున్నాయి. గంగా గహ్వరం బంగాళాఖాతంలో వందల కిలోమీటర్లు విస్తరించింది.

పట్టిక II

ప్రధాన గర్తాల పట్టిక, వాటి లోతులు

మహాసముద్రాలు	గర్తాలు	మీటర్లలో లోతు	అడుగుల్లో లోతు
పసిఫిక్ (శాంత–)	మరియానాగర్తం (ఛాలెంజర్ అగాధం)	11,035	36,780
	టోంగా గర్తం	10,853	35,957
	కురెల్-కాంచట్కాగర్తం	10,543	35,580
	ఫిలిప్పైన్ గర్తం (మిందనావో గర్తం)	10,033	32,907
	కెర్మాడెక్ గర్తం	10,003	32,809
	జపాన్గర్తం (ఇజూ-బోనిన్ గర్తం)	9,800	32,153

మహాసముద్రాలు	గర్తాలు	మీటర్లలో లోతు	అడుగుల్లో లోతు
	ఉత్తర సాలొమన్ గర్తం	9,142	29,987
	నూతన హైబ్రెడ్స్ గర్తం	9,038	29,643
	యాప్ గర్తం (పశ్చిమ కెరొలినా గర్తం)	8,602	28,216
	పలావ్రూ గర్తం	8,142	26,706
	పెరూ-చిలీ గర్తం	8,057	26,427
	అల్యూటియన్ గర్తం	7,672	25,165
	నాన్సిషోటో గర్తం (ర్యుక్యూగర్తం)	7,512	24,639
	మధ్య అమెరికా గర్తం	6,662	21,851
అట్లాంటిక్	పోర్టోరికో గర్తం	9,392	30,184
	దక్షిణ శాండ్విచ్ గర్తం	8,262	27,100
ఇండియన్(హిందూ-)	సొందా గర్తం	7,252	24,442

అగాధం

మహాసముద్రం అట్టడుగు భూమి లేదా అగాధమనేది అగాధమైదానాలు, అగాధ పర్వతాలు, ద్వీపప్రాంతాలు, మహాసముద్రపు ఎగుడుభూములు (rises), సముద్ర శిఖరాలు, గయోట్సు, మధ్యమహాసముద్ర పర్వతశ్రేణులు అనే రకరకాల లక్షణాల కలయిక. మొత్తం సముద్ర ప్రాంతంలో ఏడింట అయిదువంతుల స్థలాన్నీ మొత్తం భూమ్యుపరితలంలోని సగం భాగాన్నీ అగాధం సరితూగుతుంది. గత దశాబ్దంలో ప్రత్యేకంగా నిర్మితమైన నిమజ్జకాల (submersibles) తోడ్పాటుతో మహాసముద్రం అట్టడుగున ఉన్న నేలను మానవుడు తాకగలిగేంతవరకూ బహిరంతరిక్షంలాగానే ఈ అంతరారిక్షం కూడా

పూర్తిగా దుర్గమంగా ఉండేది. భిన్న మహాసముద్రాల్లో అగాధ లక్షణాలు భిన్న భిన్న విధాలుగా విస్తరించి వున్నాయి.

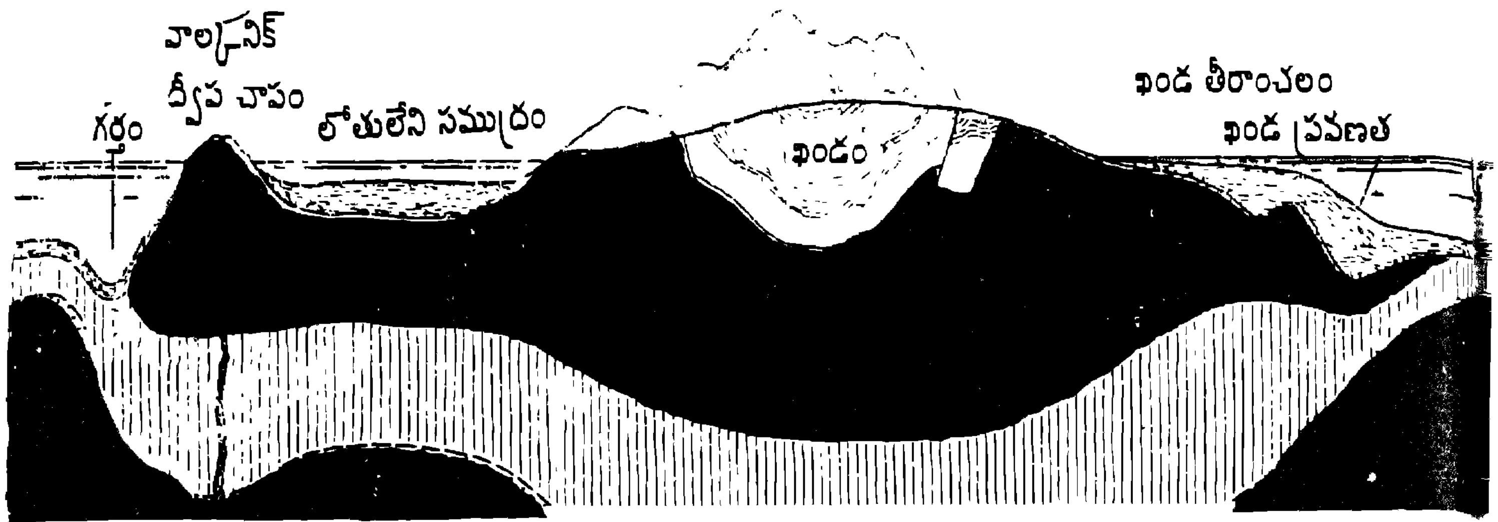
హిందూ మహాసముద్ర, అట్లాంటిక్ మహాసముద్రాల మొత్తం అట్టడుగులో మూడోవంతు భాగం సువిశాల అగాధమైదానాలే. ఈ మైదానాల లేదా ద్రోణుల లోని ఎక్కువ భాగం చదునుగా ఒకే రీతిగా చిన్న చిన్న మార్పులతో ఉన్నాయి. అగాధ మైదానానాలే భూమ్యుపరితలం మీద చాలా ఎక్కువ చదునుగా ఉన్న భాగాలు. ఇవి అనూహ్య పరిమాణంలో విస్తరించి వున్నాయి. మైదానాల మధ్యగాని. దగ్గరలోగాని అడుగు నుంచి పైకి లేచిన చిన్న అండాకార ప్రాంతాలే అగాధ పర్వతాలు. మొదట్లో ఈ పర్వతాలు చాలా పెద్దవిగా ఉండేవనీ వాటి చుట్టూ అవక్షేపాలు చేరినందువల్ల ఇప్పటి పరిమాణానికి తగ్గిపోయినవనీ విశ్వసిస్తున్నారు. వాటిలో కొన్ని తెగ పెరిగి నీటి ఉపరితలంపైకి పొటమరించినప్పుడు అవి ద్వీపాలుగా పరిణమిస్తాయి. ఇందుకు బెర్ముడా ద్వీపాలు మంచి ఉదాహరణలు. మహాసముద్రం అట్టడుగు నుంచిపైకి లేచి నీటి ఉపరితలం మీదికి పెరగని సముద్రాంతర్గత పర్వత శిఖరాలను సముద్ర శిఖరాలనీ గయోట్సనీ పిలుస్తారు. సముద్ర శిఖరాలు సాధారణ పర్వతాగ్రాల్లాగా శంక్వాకారంలో ఉండగా, గయోట్సు చదునైన శిఖరాలన్నమాట. (ఈ రెండో రకం పర్వతాగ్రాలను ఈ రెండు రకాలనూ మొట్టమొదట గుర్తించి వాటి భేదం చెప్పిన ఆర్నాడ్ గయోట్ పేరిట పిలుస్తున్నారు). సర్వసాధారణంగా సముద్ర శిఖరాల, గయోట్ల పైభాగాలు సముద్రోపరితలానికి 1000 నుంచి 1500 మీటర్లు దిగువన ఉంటాయి. వందల సంఖ్యలో సముద్ర శిఖరాలను కనుక్కొన్నారు గాని గయోట్లు కొన్నిటిని మాత్రమే ఇందాకా గుర్తించారు. హిందూ మహాసముద్ర పరిశోధన సమయంలో బంగాళాఖాతంలో చాలా గయోట్లున్నాయని కనిపెట్టారు. సముద్ర శిఖరాలూ గయోట్లు అగ్ని పర్వత లక్షణాలు కలవి. వెంటవెంటనే అగ్ని పర్వతాలు బద్దలైనప్పుడు సముద్రం అడుగున ఇవి ఉద్భవించాయి. గయోట్లు ఒకప్పుడు సముద్రోపరితలం పైనే ఉండేవనీ సముద్రపు కెరటాల తాకిడికి అవి చదునైనవనీ విశ్వసిస్తున్నారు. తరవాతి కాలంలో అవి భూకంప చర్యలవల్ల సముద్రంలో మునిగాయంటారు.

పెద్దపెద్ద గర్తాలకు సంబంధించినంతలో వాటి బయటి అంచులన్నీ సముద్రం దిశగా ఎత్తుగా పెరిగాయని గుర్తించగలం. ఈ శ్రేణుల మీదనే ద్వీపాలున్నాయి. నిజానికి అవిచ్ఛిన్నంగా ద్వీప సముదాయాలున్నాయంటే వాటి దిగువన అవిచ్ఛిన్న పర్వతశ్రేణులున్నాయనే అర్థం. ఈ విధంగా ద్వీపాలున్నప్పుడు వాటిని ద్వీపచాపం (island arc) అంటారు. ఈ ద్వీపచాపాల్లోనూ ప్రధాన గర్తాల సమీపంలో ఉన్న ఖండాల్లోనూ చైతన్యవంతమైన అగ్నిపర్వతాలు కనిపిస్తాయి.

మహత్తర సముద్ర మధ్య పర్వతశ్రేణి

సముద్ర మధ్య పర్వతశ్రేణులు సముద్రం అట్టడుగున వున్న సువిశాలమైన అనూహ్యంగా బృహత్తరమైన అవిచ్ఛిన్న పర్వతవ్యవస్థలు. భూమిమీద హిమాలయ పర్వతశ్రేణులే. మహోత్తమ పర్వత వ్యవస్థ అని మనకు తెలుసు. కానీ సముద్ర మధ్య పర్వతశ్రేణుల మహత్తర పరిమాణంతో పోల్చినప్పుడు వామనావతారాలనిపిస్తాయి. అట్లాంటిక్ పసిపిక్, హిందూ మహాసముద్రాల్లోని పర్వతశ్రేణులన్నీ కలిపితే 75,000 కిలోమీటర్ల కన్నా ఎక్కువ పొడవైనవి. ఉత్తర దక్షిణ అట్లాంటిక్ మహాసముద్రాల్లోని మొత్తం ద్రోణిని ఈ పర్వతశ్రేణులు ప్రాక్పశ్చిమార్ధ భాగాలుగా ఎంత పూర్తిగా విభజించాయంటే వాటిలోని జంతువృక్ష సంతతిగాని జలనాళాలు గాని పర్వతశ్రేణి అగ్రభాగానికి దిగువన ఎన్నడూ కలవకుండా రెండు పూర్తిగా వేరైన మహా సముద్ర ద్రోణులూ అనిపించేటంత ప్రత్యేకంగా ఉంటున్నాయి. సముద్రం అడుగు మట్టం నుంచి సగటున 1,600 మీటర్ల ఎత్తుకు పెరిగిన ఆ పర్వత శ్రేణులు అట్లాంటిక్ మహాసముద్రంలోని ప్రాక్పశ్చిమార్ధ భాగాల మధ్య ప్రభావశీలమైన అవరోధంగా ఉన్నాయి. ఆ పర్వతశ్రేణి శిఖరాలు కొన్ని సముద్ర మట్టంపైకి లేచాయి. అవి సెయింట్, హెలీనా, సెయింట్ పాల్, అసెన్షన్, అజోర్స్ ద్వీపాల వంటి వాసయోగ్య ప్రదేశాలయ్యాయి.

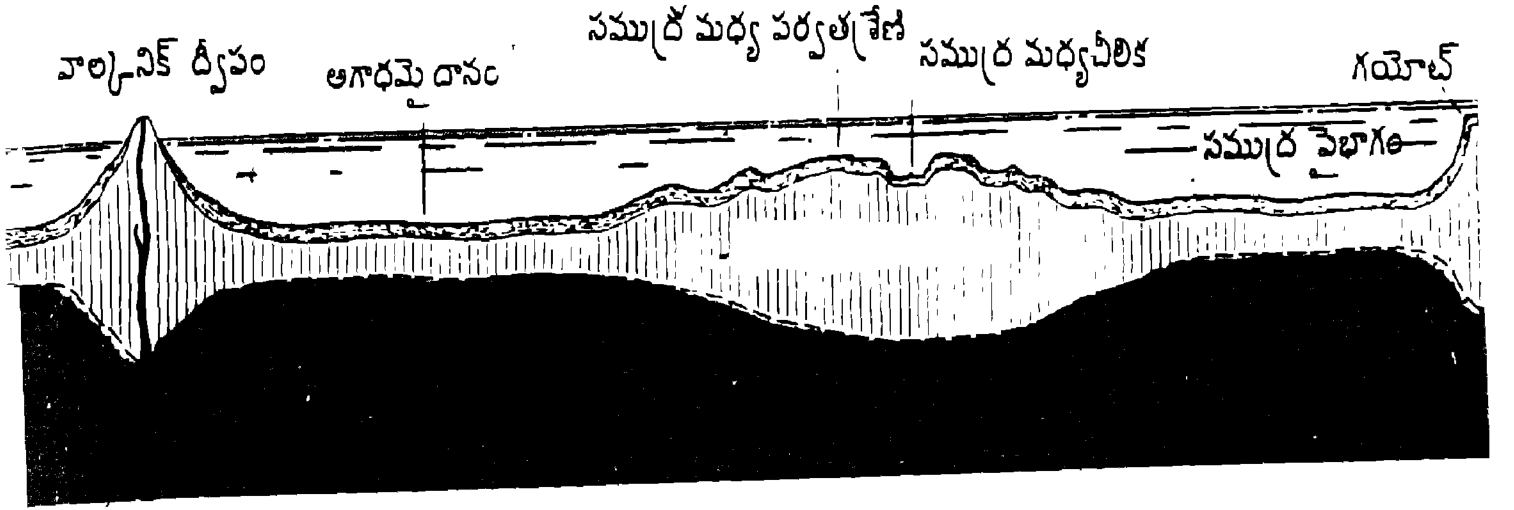
మధ్య సముద్ర పర్వతశ్రేణి హిందూ, పసిఫిక్ మహాసముద్రాలక్కూడా విస్తరించింది. కార్ల్‌బర్గ్ పర్వతశ్రేణి అనే దీని విస్తరణ హిందూమహా సముద్రంలో 'Y' ఆకారంలో కనిపిస్తుంది. అది దక్షిణాఫ్రికా దక్షిణాగ్రం



చిత్రం 7: సముద్ర మధ్య పర్వతశ్రేణి మరియు నీటి అడుగున ఉన్న సువిశాల పర్వతశ్రేణి

ప్రాంతంలో మొదలై, ఉత్తరదిశగా తిన్నగా వ్యాపించి, అరేబియా సముద్రంలో రెండు శాఖలుగా చీలింది. ఒక శాఖ అరేబియా ఆఫ్రికాల దిశగా పోతుంటే రెండోది గుజరాత్, పాకిస్తాన్ తీరాలవైపు పోతున్నది. ఈ పర్వతశ్రేణిలోని పసిఫిక్ మహాసముద్రస్థ భాగాన్ని తూర్పు పసిఫిక్ ఎగుడు భూములంటారు – అది అమెరికన్ తీరానికి దగ్గరగా ఉంది. దాని ఉత్తరాగ్రం కాలిఫోర్నియా తీరంవైపు తిరుగుతుంది; దక్షిణాగ్రం దక్షిణ అమెరికా తీరప్రాంతంలోని అట్లాంటిక్ పర్వతశ్రేణితో కలుస్తుంది.

సముద్ర మధ్య పర్వతశ్రేణి ఉనికి మనభూమి మీద కనిపించే దానికన్నా తెలియని వెన్నో ఉన్నాయని నిరూపిస్తున్నది. సముద్రగర్భంలో శాశ్వతంగా దాగివున్న ఈ సముద్ర మధ్య పర్వతశ్రేణులు హిమాలయాల కన్నా పదిహేనురెట్లు పొడుగైన అద్భుతసృష్టి. అదేవిధంగా మన భావనాలోకాన్ని ఆకర్షించే అద్భుత భౌగోళిక లక్షణాలు గర్తాలు. సముద్రోపరితలానికి దాదాపు 11 కిలోమీటర్ల దిగువ నున్నవి మరియానా గర్తం లోతులు. ఎవరైనా ఎవరెస్టు శిఖరాన్ని పెకలించి సముద్రమట్టంలో మరియానాగర్తంలో జారవిడవగలిగితే ఎవరెస్టు శిఖరాగ్రం (8,300 మీటర్లు, సముద్ర మట్టం నుంచి 29,002 అడుగుల ఎత్తు) సముద్రజలం ఉపరితలానికి ఒకటిన్నర కిలోమీటర్ల



పైగా దిగువన ఉంటుంది. ఎవరైనా ఎవరెస్టును చూడదలిస్తే సముద్రం ఉపరితలం నుంచి ఒకటిన్నర కిలోమీటరు పైలోతుల్లోకి దూకవలసి వుంటుంది.

నాలుగో ప్రకరణం

సముద్ర జల లక్షణాలు

మహాసముద్రాల్లోని విస్పష్టంగా కనబడే భాగం నీరు, కనిపించని భాగం మొత్తం భూమి వైశాల్యానికన్నా మూడు రెట్లు పెద్దదైన అట్టడుగు భాగం. కాబట్టి భూమి అనే పదార్థపు రసాయన ధర్మాలేవో అవి సముద్రం అట్టడుగున ఉన్న నేలలోని ద్రవ్యరాశికూ్కడా అన్వయిస్తాయి. ఇది కాక సముద్ర జల రసాయన లక్షణాలు అదనం. ఈ విషయ విస్తృతినీ సమగ్రతనూ పురస్కరించు కొన్నప్పుడు ఇంత చిన్న ప్రకరణంలో సముద్ర జల రసాయన లక్షణాలన్ని టినీ కూలంకషంగా చర్చించటం కుదరదు. ఈ విషయాన్ని గురించి రేఖామాత్రంగానే ప్రస్తావిద్దాం.

భూమి మీద సర్వసాధారణంగా లభించే రసాయనిక మిశ్రం సముద్ర జలమే. దాని పరిమాణం అనూహ్యంగా అపరిమితం. ఈ సంక్లిష్ట రసాయనిక ద్రావణం ప్రపంచంలోని మహా సముద్రాలన్నింటిలో కలిపి 330 మిలియన్ ఘనమైళ్ల (1370 మిలియన్ ఘనకిలోమీటర్లు) ఉంటుందని అంచనా.

సముద్ర జలంలోని ఉప్పదనాన్ని లవణీయత అని పిలుస్తారు. అందులోని కొన్ని పదార్థాల పరిమాణం ఎంత తక్కువంటే వాటిని ఇంత శాతం అని వర్ణించటం దుష్కర మనిపించేటంత. ఒక్క ఘనకిలోమీటరు సముద్రజలాన్ని మరగించగలిగితే 40 మిలియన్ టన్నుల లవణాలు లభిస్తాయి. మహాసముద్రాలన్నిటినీ ఎండగట్టితే (కొత్తగా ఎండగట్టిన మహాసముద్రాలతో సహా) మొత్తం భూమండలం మీద 160 మీటర్ల మందంలో నింపగలిగినంత లవణం లభిస్తుంది. మనది అత్యంత జలమయమైన లవణమయమైన గోళం. మన గ్రహాన్ని భూగోళం అనకుండా మహాసముద్రగోళం (Oceania) అని పిలిచివుండాల్సింది. ఉప్పే కాక సముద్ర జలంలో కొద్ది పరిమాణంలో మరో వంద మూలకాలున్నాయి. ఒక్క ఘనపు కిలోమీటరు సముద్ర జలంలో ఏయే మూలకం ఎంత పరిమాణంలో ఉందో పట్టిక III ప్రదర్శిస్తుంది.

పట్టిక III

సముద్రజలాల రసాయన నిర్మాణం

ఆక్సిజన్ (ప్రాణవాయువు/ఆమ్లజని)	368,105,50C	టన్నులు
హైడ్రోజన్ (ఉదజని)	122,062,350	"
క్లోరిన్	21,462,830	"
సోడియం	11,870,500	"
మెగ్నీషియం	1,468,820	"
సల్ఫర్ (గంధకం)	1,016,780	"
కేల్షియం	450,840	"
పొటాషియం	429,260	"
బ్రోమిన్	73,381	"
కార్బన్ (కర్బనం)	31,655	"
స్ట్రాన్షియం	9,040	"
బోరాన్	5,420	"
సిలికాన్	3,388	"

ఫ్లూరిన్	1,468	టన్నులు
ఆర్గాన్	677	"
నైట్రొజన్ (నత్రజని)	564	"
లిథియం	225	"
రుబీడియం	135	"
ఫాస్ఫరస్ (భాస్వరం)	79	"
అయొడిన్	56	"
ఇండియం	23	"
జింక్ (తుత్తునాగం)	11	"
ఐరన్ (ఇనుము)	11	"
అల్యూమినియం	11	"
మాలెబ్డినం	11	"
బోరియం	7	"
లెడ్ (సీసం)	3.4	"
టిన్ (తగరం)	3.4	"
కాపర్ (రాగి)	3.4	"
ఆర్సినిక్ (పాషాణం)	3.4	"
ప్రొటెక్టీనియం	3.4	"
సెలీనియం	3.4	"
వెనాడియం	2.3	"
మాంగనీస్ (మంగనం)	2.3	"
టిటేనియం	1.1	"
థోరియం	0.79	"
సీజియం	0.58	"
ఆర్టిమొనీ (సేవీరం)	0.58	"
కోబాల్ట్	0.55	"
నికెల్	0.55	"
సీరియం	0.43	"

యిట్రియం	0.34	టన్నులు
సిల్వర్ (వెండి)	0.34	"
లాంథానం	0.34	"
క్రిప్టాన్	0.34	"
నియోన్	0.34	"
బిస్మత్	204.3	కిలోగ్రాములు
టంగ్‌స్టన్	101.3	"
జినాన్	101.3	"
జెర్మేనియం	60.8	"
కేడ్మియం	55.8	"
క్రోమియం	50.4	"
స్కాండియం	40.5	"
మెర్క్యూరీ (పాదరసం)	30.0	"
గేలియం	30.0	"
టెలూరియం	10.4	"
నికోబియం	5.1	"
హీలియం	5.1	"
గోల్డ్ (బంగారం)	4.1	"
రేడియం	చాలా కొద్దిగా	
రాడాన్	"	

కృత్రిమంగా నిర్మించిన పెద్ద తోట్లలో సముద్రజలాన్ని మరిగించి ఆవిరి చేసినప్పుడు, కారుప్పు (brine) అనే చిక్కని ద్రావణం మిగులుతుంది. ఈ ద్రావణాన్నించి స్ఫటికీకరణం ద్వారా ఉప్పును తయారుచేస్తారు. మిగిలిన ద్రావణం నుంచి (దాన్ని బిటర్న్–bittern అని పిలుస్తారు) వాణిజ్యస్థాయిలో మెగ్నీషియం, బ్రోమిన్లే కాక అనేక మూలకాలను, రసాయనిక పదార్థాలను ఉత్పత్తి చేస్తారు. సముద్రజలం నుంచి ఇంకా అనేక ఉపయోగకర వస్తువులను సంగ్రహించటం సిద్ధాంతరీత్యా సాధ్యమే. కాని మామూలుగా అందుకయ్యే

ఖర్చు భరించరానంత ఎక్కువ. ఉదాహరణకు 0.002 గ్రాముల బంగారాన్ని తీయడానికి నాలుగున్నర మిలియన్ లీటర్ల నీటిని వాడవలసి వుంటుంది.

భూమిమీద జీవరాశుల పుట్టుకకూ పోషణకూ మహాసముద్రజలాలే కారణం. జీవద్రవ్య సంరక్షణకు విశ్వం మొత్తం మీద ఎక్కడా నీరులాంటి అద్భుత రసాయన మిశ్రమం మరొకటి లేదు. భూమిలో సహజస్థితిలో పాదరసం, పెట్రోల్ లాగా ద్రవరూపంలో లభించే వస్తువు నీరే. జీవం అస్తిత్వానికే అత్యంత మూల్యవంతమైన విశిష్ట లక్షణాలు కొన్నిటికున్నాయి : (1) మనకు తెలిసిన ద్రవపదార్థాలన్నిటికన్నా ఎక్కువ ద్రవ్యాలను కరిగించగల ద్రవ్యమిది. (2) దాని విశిష్టోష్ణం (specific heat) ప్రకృతిలో ఉన్నతోన్నతం (3) శీతలీకరించినప్పుడు వ్యాకోచించే చాలా కొద్ది రసాయన మిశ్రమాల్లో ఇది ఒకటి. ఇవేకాక సముద్రజలం లవణీయం కాబట్టి దానికి మరికొన్ని విశిష్ట లక్షణాలు కలుస్తాయి.

నీరు అనేక పదార్థాలను కరిగిస్తుంది

తక్కిన ద్రావణాలన్నిటికన్నా నీరు అధిక సంఖ్యాక పదార్థాలను కరిగిస్తుంది. నిజానికి ఈ లక్షణమే మహాసముద్రాల నిర్మాణానికి ప్రథమ కారణం. భూగోళం ఏర్పడుతూ వున్న మిలియన్ల కొద్ది సంవత్సరాల కాలంలో అనేక రకాల లవణాలూ తదితర రసాయనిక పదార్థాలూ నీటితో కలిసి ద్రావణీయత పొందాయి. తరువాతి పరిణామక్రమంలో ఉప్పదనం పెరగడానికి ప్రధానంగా రెండు కారణాలున్నాయి : మొదట, కొత్తగా ఏర్పడిన సముద్రాల్లోని మంచినీళ్లు తీవ్రతరంగా ఆవిరయి పోవటం కారణంగా అవిచ్ఛిన్నంగా తగ్గిపోయాయి; మిగిలిన ద్రావణంలో రానురాను ఉప్పదనం పెరిగింది. రెండో కారణం అసంఖ్యాక జలప్రవాహాల ద్వారా జాలువారిన వాన నీటి ద్వారా మరి చాలా లవణాలూ పదార్థాలూ సముద్రాల్లో చేరుతూనే ఉన్నాయి. ప్రపంచంలోని నదులన్నీ కలిసి ఏటేటా 27,000 ఘన కిలోమీటర్ల నీటినీ దానితో బాటు 400 మిలియన్ టన్నుల కరిగిన లవణాలనూ సముద్రాలకు చేరవస్తున్నాయని అంచనా.

అధిక విశిష్టోష్ణం

మొత్తం భూమికి కావలసిన ఉష్ణావసరాల్లో నీటికున్న అధిక విశిష్టోష్ణం అనే దానికి గొప్ప ప్రత్యేకత ఉంది. ఒక గ్రాము నీటిని ఒక డిగ్రీ సెంటిగ్రేడ్ వేడి ఎక్కించటానికి కావలసిన ఉష్ణం అదే బరువున్న ఇనుమును పదిడిగ్రీల సెంటిగ్రేడ్ వేడెక్కించటానికి కావాలి. అధిక విశిష్టోష్ణం అంటే తాపమానంలో ప్రత్యేకంగా పెరగకుండానే ఎక్కువ వేడిమిని భద్రపరచగల సామర్థ్యమన్నమాట. దీనికి విరుద్ధం కూడా యథార్థమే. తాపమానం ఎక్కువగా తగ్గకుండానే నీరు ఎక్కువ వేడిమిని పోగొట్టుకోగలదు. ఈ అధిక విశిష్టోష్ణం వల్లనే అంతగా వేడెక్కకుండానే పగటివేళల్లో సముద్రజలం అపారమైన సూర్యశక్తిని గ్రహించి దాచుకుంటుంది. ఈ విధంగా శక్తిని దీర్ఘకాలం దాచుకోవటంతో బాటు జలసంచనాల ద్వారా భూమిమీద శీతల ప్రాంతాలకు చేరవేసి, సముద్రజలం తాను అంతగా చల్లబడకుండానే ఆ ప్రాంతాల్లోని విపరీత శీతలత్వాన్ని తగ్గించటానికి విడుదల చేస్తున్నది. ఈ విధంగా ఈ అధిక విశిష్టోష్ణం ప్రపంచవ్యాప్తంగా వాతావరణాన్ని సమతూకంలో నిలుపుతూ ఒకవిధంగా ఉష్ణభండారం (**heat bank**) గా అమూల్య సేవలందిస్తున్నది.

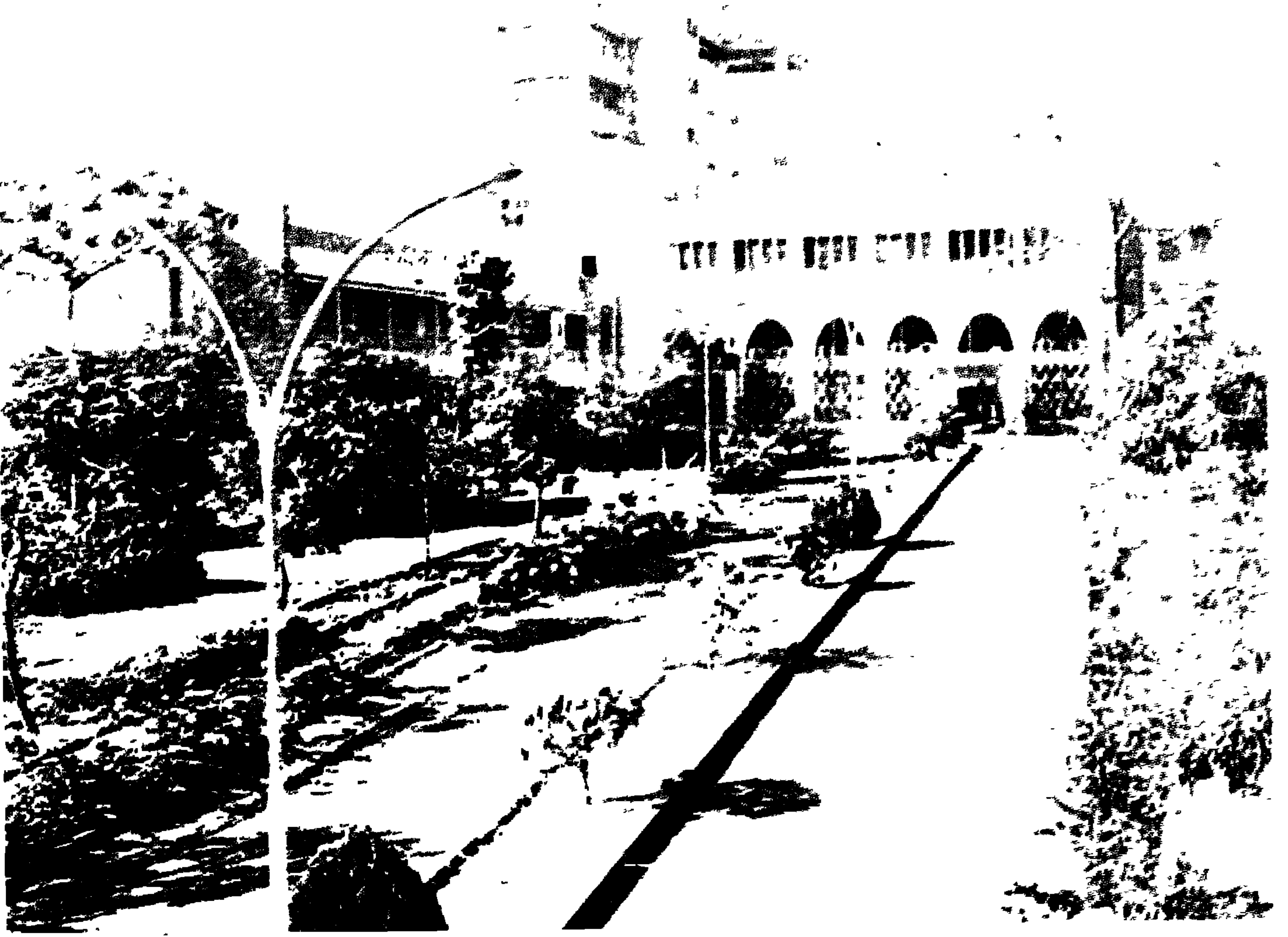
నీరు తన ఘన వాయుస్థితుల్లో కూడా అదేవిధమైన విశిష్టోష్ణ గుణాన్ని ప్రదర్శిస్తున్నది. నీళ్లు మంచుగా మారినప్పుడు ఎంతో ఉష్ణశక్తి విడుదల అవుతుంది; మంచు కరిగి నీరుగా మారినప్పుడు ఎంతో ఉష్ణాన్ని గ్రహించి భద్రపరుస్తుంది. ద్రవస్థితి నుంచి వాయుస్థితికి మారినప్పుడు ఇంకా చాలా ఎక్కువ ఉష్ణశక్తిని గ్రహించవలసి ఉంటుంది. అన్ని ఉష్ణోగ్రతల్లోనూ నీరు ఆవిరిగా మారటమే గాక ఈ పరిమాణంలో ఆవిరి కావటానికి ఇతర ద్రావణాలు అన్నింటికన్నా ఎక్కువగా నీరు ఉష్ణశక్తిని గ్రహించి భద్రపరుస్తుంది. దాదాపు 530 గ్రాముల నీటి వేడిమిని 1 డిగ్రీ సెంటిగ్రేడ్‌కు పెంచడానికి అవసరమైనంత ఉష్ణాన్ని మాత్రమే మరిగే స్థానం దగ్గర 1 గ్రాము నీరు ఆవిరిగా మారటానికి వినియోగిస్తుంది. అందువల్ల బాష్పీకరణానికి ఎంతో ఉష్ణాన్ని దాచుకోగలిగి వుండాలి. భూమధ్యరేఖ ప్రాంతంలో చదరపు కిలోమీటరుకు కొంచెమించుమించుగా మిలియన్ అశ్వశక్తులు ప్రతి సంవత్సరం బాష్పీకరణం కింద వ్యయమయిపోతున్నవని అంచనా. రకరకాల పద్ధతుల్లో గణించటం ద్వారా సగటున ఏటేటా దాదాపు ఒక మీటరు మహాసముద్రం ఉపరితలాన

బాష్పీభవిస్తున్నది... సముద్రం ఉపరితలం మీద నీరు ఆవిరిగా మారటం ఈ కారణం వల్ల రెండు రకాలుగా పనిచేస్తున్నది : ఇది వాతావరణంలో కలిసేటప్పుడు సముద్రం నుంచి ఉష్ణాన్ని తీసుకపోతున్నది : వాతావరణంలో ఉష్ణసేకరణ చేస్తూనే ఉంటున్నది. అదీ చాలక ద్రవంగా ఉన్న నీటి కన్నా నీటి ఆవిరి ఎప్పుడూ చలనసౌలభ్యం కలదే కాబట్టి, ఒకచోట సంగ్రహించిన ఉష్ణాన్ని ఆవిరి రూపంలో మోసుకపోయి దూరప్రాంతాలకు వాయువు ద్వారా సులభంగా అందిస్తున్నది. నీరు ఘనీభవించినప్పుడల్లా దాగిన ఉష్ణాన్ని విడుదల చేస్తుంది. ఈ విధంగా నీరు ఆవిరిగా మారటం ద్వారా భూమ్యుపరితలం మీద ఉష్ణాన్ని పంచటానికి ఎంతో తోడ్పడుతున్నది కాబట్టి సముద్రమూ వాతావరణంలోని నీటి ఆవిరీ ఉష్ణభండారాలుగా ప్రవర్తిస్తున్నాయనీ సులభంగానే గ్రహించవచ్చు. (ఆర్.ఇ.కోకర్ : *దిఫ్ గ్రేట్ అండ్ వైడ్ సీ*, పేజీ 164).

గడ్డకట్టినప్పుడు నీరు వ్యాకోచిస్తుంది

నీటి లక్షణాల్లోని మూడో ప్రధానలక్షణం గడ్డ కట్టినప్పుడు వ్యాకోచించటం. ఈ గుణానికి అనేక ప్రయోజనాలున్నాయి. అత్యల్ప తాపక్రమం వల్ల ధ్రువప్రాంతాల్లో ఎప్పుడూ మంచు తయారవుతూనే ఉంటుంది. ఆ విధంగా ఏర్పడ్డ మంచు సముద్రోపరితలం మీద తేలుతూ ఒక విధమైన గట్టి మూతలాగా ప్రవర్తిస్తుంది. అందువల్ల అది తన కింది సముద్ర జలాల్లో నిక్షిప్తమైన ఉష్ణం మరెక్కడికీ పోకుండా సమర్థంగా భద్రపరుస్తుంది. సూర్యరశ్మి సోకినప్పుడు మంచు సూర్యోష్ణాన్ని నీటికన్నా త్వరగానూ ఎక్కువగానూ గ్రహిస్తుంది. ఇది మహా సముద్రాల ఉష్ణావసరాలను తొందరగా తీర్చటంలో తోడ్పడుతుంది. అంతేగాక సముద్రం లోతుల్లో నీరే ఉంటుంది కాబట్టి అక్కడి జీవరాశులకు పెద్ద ప్రమాదం జరగదు.

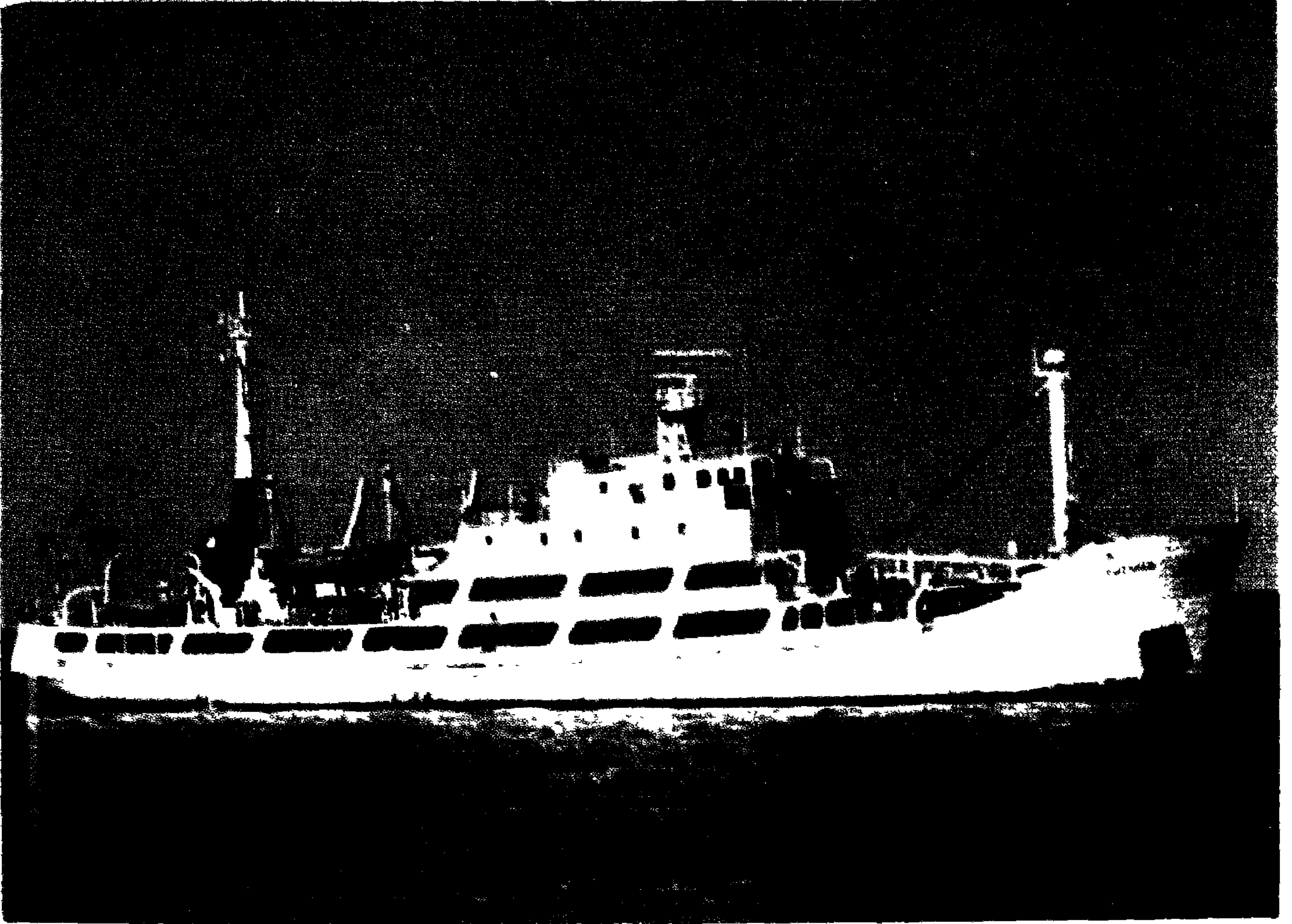
హిమపర్వతాలు సహజంగా గడ్డకట్టిన పెద్ద మంచు ముక్కలు. ధ్రువప్రాంతాల ఉంచి విడివడిన తరువాత సూర్యరశ్మి మళ్లీ తగలగానే అవి తేలటం మొదలుపెట్టి సాధారణంగా ఎక్కువ వెచ్చగానూ మరింత లవణీయంగానూ ఉండే ఇతర ప్రాంతాలవైపు కొట్టుకపోతుంటాయి. ఈ



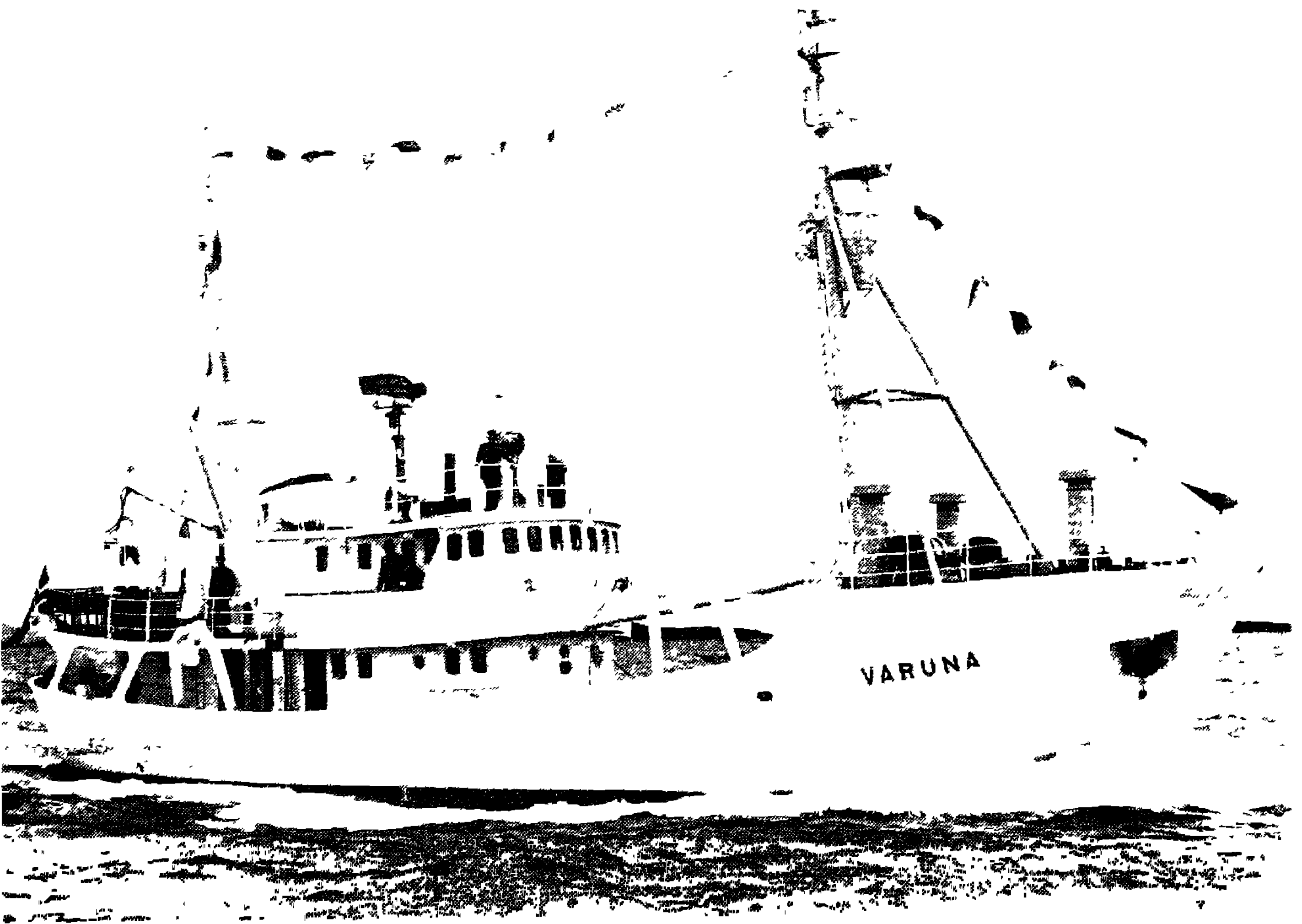
ప్లేటు 1. నేషనల్ ఇన్‌స్టిట్యూట్ ఆఫ్ ఓషనోగ్రఫీ భవనం



ప్లేటు 2. సముద్ర నమూనా చేపలను సముద్రంలో వదలి చేసే అభివృద్ధి.



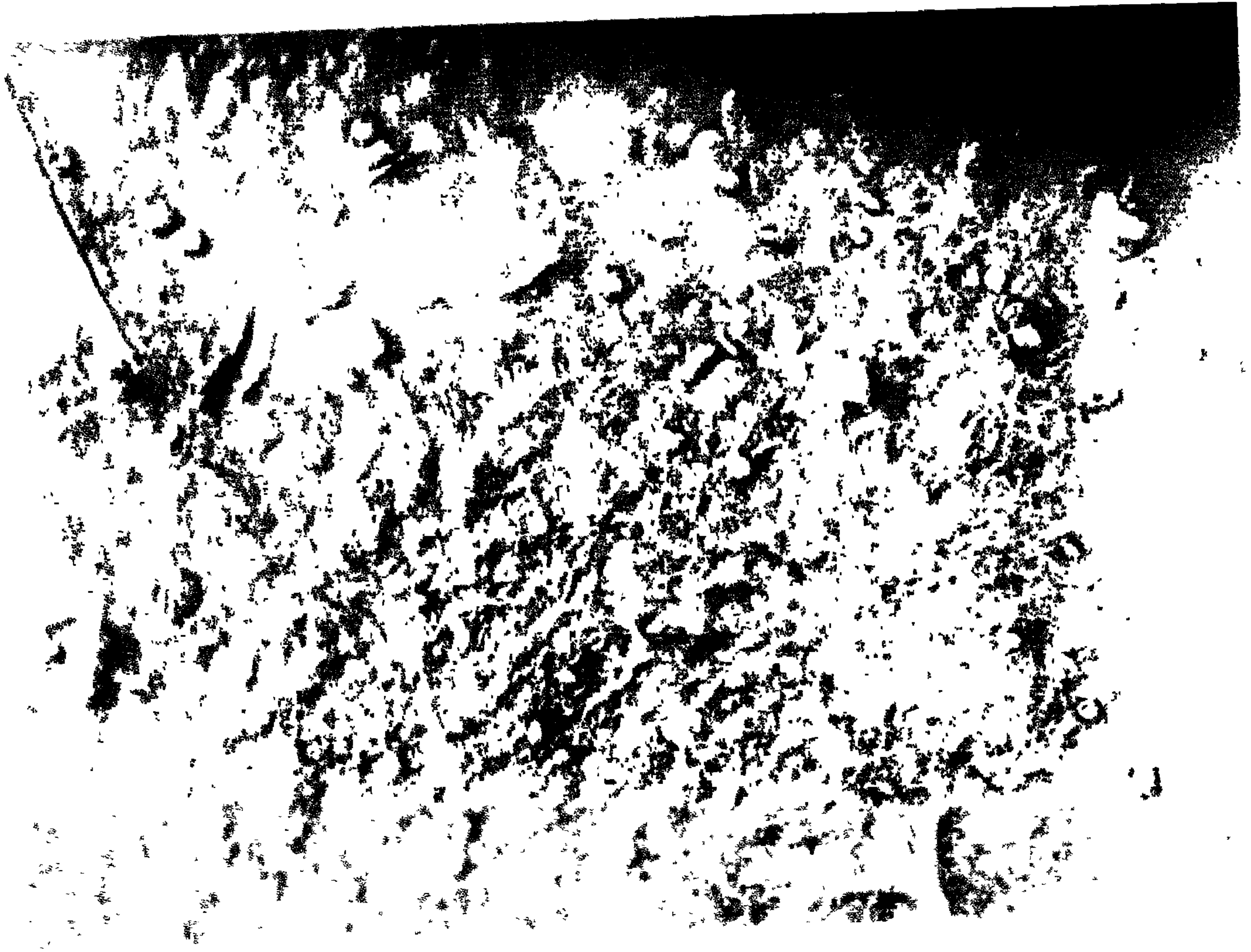
ప్లేటు 3 భారతదేశంలో ఇన్‌స్టిట్యూట్ ఆఫ్ ఓషనోగ్రఫీ నిర్మించిన పరిశోధన నౌక ఆర్ వి గావేషాని



ప్లేటు 4 ఆర్ వి వరుణ

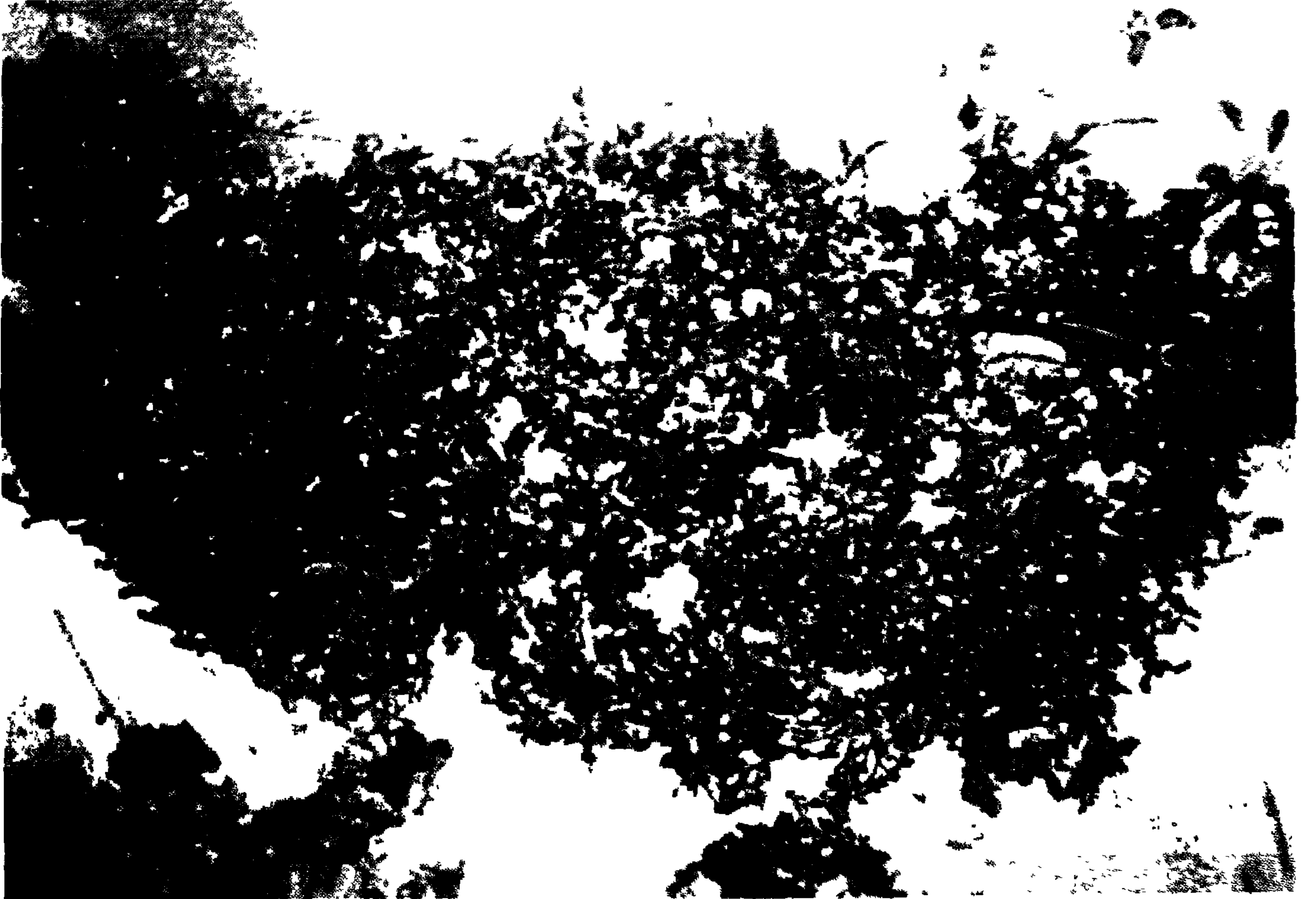


ప్లేటు న. 6 ద్వారక సిటీని కనుగొనే ప్రయత్నంలో లో ఈతగాడు.



ప్లేటు 7, 8. రంగు రంగులలో ఉన్న సీవీడ్స్

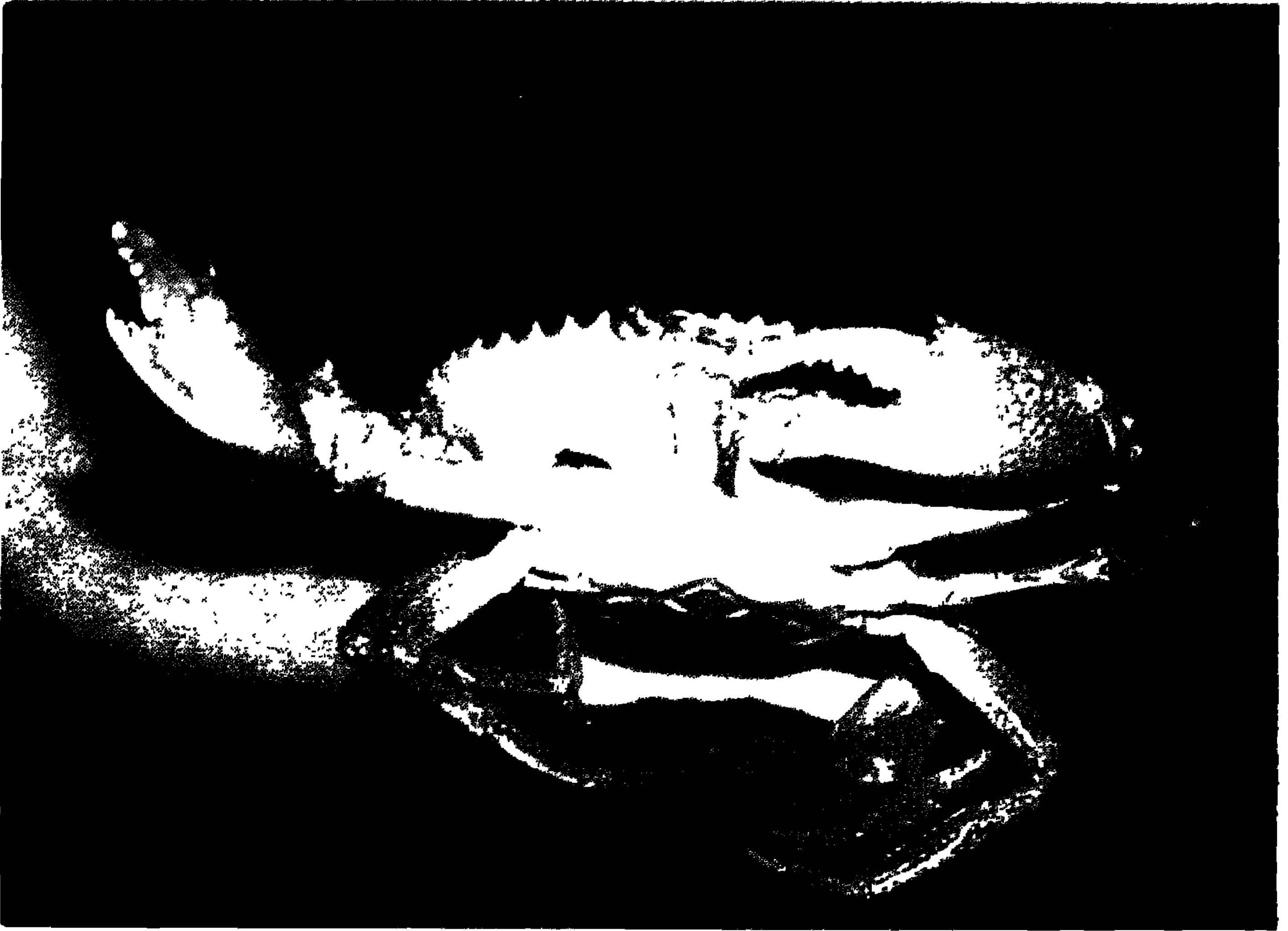
ప్లేటు 9. ఒరిస్సా సముద్ర తీర ప్రాంతంలో కనిపించే హార్స్‌షో ఎండ్రకాయ.



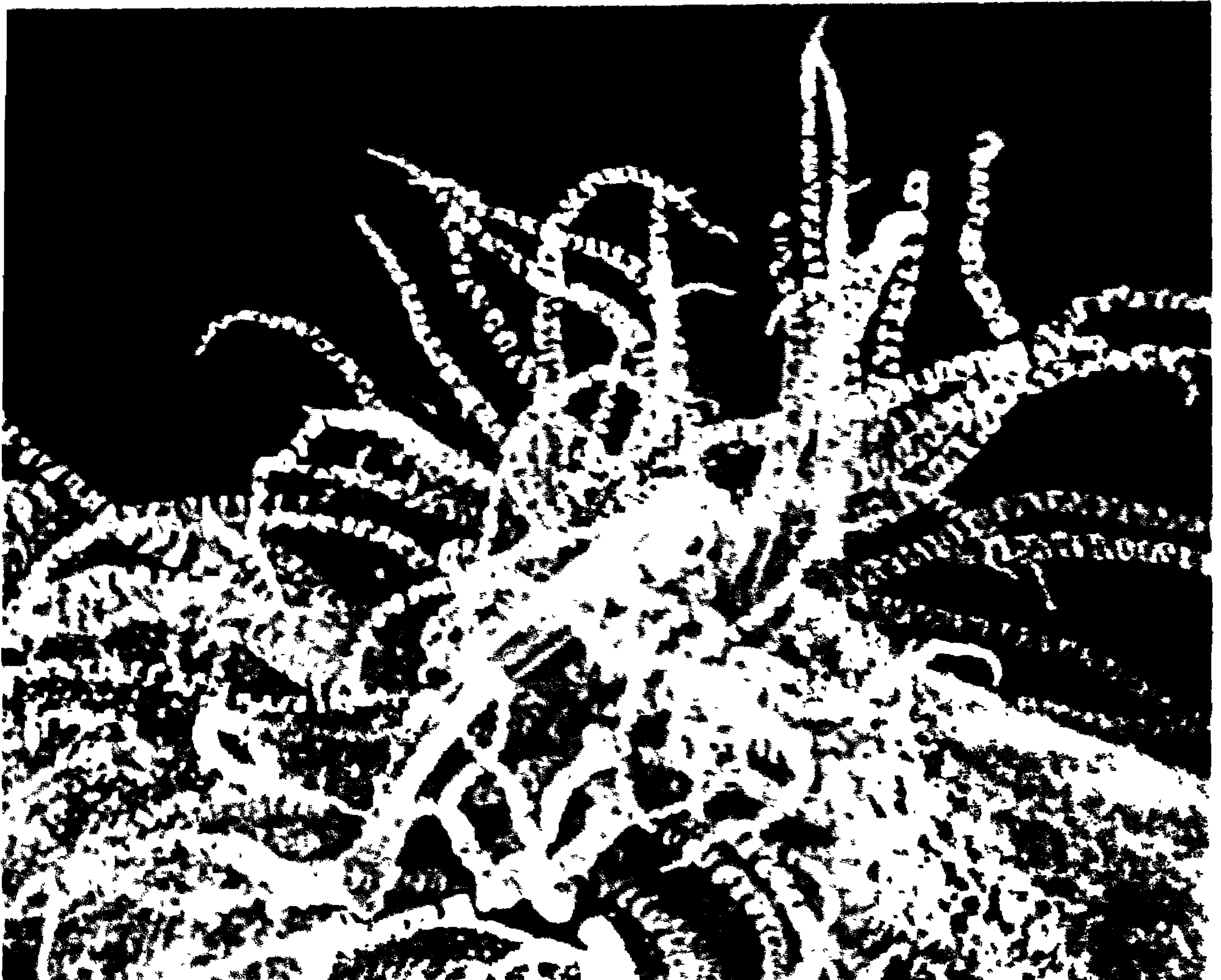
ప్లేటు 10 వింతగా కనిపించే మరొక సీవీడ్.



ప్లేటు 11 వేరు వేరు రంగులైన ఎరుపు, ఆకుపచ్చ, బ్రౌన్‌లలో కనిపించే అల్గే



ప్లేటు 12 [illegible]



ప్లేటు 13 అనిమోన్ తన విషస్టింగ్ సెల్స్‌లతో భక్షకాన్ని పట్టుకొంటున్న దృశ్యం



ప్లేటు 14. స్టార్ చేప మారకద్రవంతో కాకిచిప్పని చంపి తదుపరి తినే దృశ్యం.

విరుద్ధ పరిసరాల్లో హిమపర్వతాలు సులభంగా కరిగి ఆ సముద్ర జలాల లవణీయతను తగ్గించటానికి తోడ్పడుతుంటాయి. ఈ విధంగా తేలిపోతున్న మంచు గుణాలు జల వినిమయానికే గాక, మహా సముద్రాల్లోని ఉష్ణశీతల ప్రాంతాల మధ్య లవణీయతలో తాపక్రమంలో ఉన్న భేదాలను తగ్గించడానిక్కూడా ఉపయోగపడుతున్నాయి.

లవణీయత ఒక వరం

మహాసముద్ర జలాలు లవణీయంగా ఉన్నందువల్ల తాగడానికి కాని వ్యవసాయానికి గాని పనికిరావటం లేదనేది వాస్తవం. కానీ సముద్రజలం మంచినీరే అయితే భూమి మీద జీవరాశుల అస్తిత్వమే అనుమానాస్పదమయ్యేది. సహజపరిస్థితుల్లో భూమిమీ ఏ ప్రాంతంలోనైనా అత్యంత సంకుచిత పరిధిలోనే తాపక్రమభేదం ఉన్నందువల్ల మాత్రమే జీవరాశుల ఉనికి సాధ్యమయింది. మహాసముద్రాల్లో సర్వాంతర్యామిగా ఉన్న జలసంచలనం అనే అత్యంత సంక్లిష్ట చర్యే వాతావరణ పరిస్థితుల్లోని ఈ పరిమితికి వాస్తవహేతువు. వేడి నీటి ప్రవాహాలు శీతల జలాల్లోకి దారితీయగా, శీతల జలాలను జలసంచలనమనే పర్యాప్త వ్యవస్థ ఉష్ణమండలాలకూ సమశీతోష్ణ మండలాలకూ చేరుస్తున్నాయనే విషయాన్ని గురించి తరువాతి ప్రకరణంలో తెలుసుకుంటాం. లవణీయత కారణంగా సముద్రాల్లో ఈ ప్రవాహాలన్నీ ఏర్పడ్డాయి. మహాసముద్రాల్లో సంచలన పరిస్థితులను కల్పించే అతి ప్రధాన అంతర్గత లక్షణం లవణీయత. ఉష్ణమండలాల్లో నీటి ఉపరితలం పై పొరలను సూర్యరశ్మి వేడెక్కిస్తుంది. వేడినీరు పరిసర జలాల కన్నా తేలికపడి పోతుంది. ఈ స్థితి తాపక్రమంలోనూ లవణీయతలోనూ ప్రవణత్వం కల్పించి ఈ వేడినీరు పరిసర ప్రాంతాల్లోకి ప్రవహించేటట్లు చేస్తుంది. ఇలా పార్లిపోతున్న వేడినీటి స్థానంలో శీతలతరంగా సాంద్రతరంగా ఉండే అడుగు నీరు పైకి చేరుతుంది. మహాసముద్రాల్లోని ఒక భాగంలో వచ్చిన కదలికలు తక్కిన భాగాలన్నింటిలోనూ కదలిక పుట్టించి ఈ విధంగా ప్రపంచ వ్యాప్త చలన వ్యవస్థను సృష్టిస్తుంది. సముద్రాల్లో మంచినీరు మాత్రమే ఉంటే లవణీయత (సాంద్రత) లో ప్రవణత్వం కలిగేదే కాదు; శక్తిమంతమైన ప్రవాహవ్యవస్థ ఏర్పడేదే కాదు. అందువల్ల శీతలప్రాంతాలు అత్యంత శీతలంగానూ,

ఉష్ణప్రాంతాలు మరింత వేడిగానూ మిగిలిపోయి మనుష్యనివాసాలకు అనువైన ప్రాంతాలను చాలా పరిమితం చేసివుండేవి. మరోవిధంగా చెప్పాలంటే, సముద్రజలం లవణీయంగా ఉండకపోతే భూమి మీద జీవరాశుల అస్తిత్వ సంక్షేమాలను సమతౌల్యం ఉంచకపోగా పరిమితం చేసేట్లుగానే మహాసముద్రాల్లోని ఉష్ణ లక్షణం వినిమయమయ్యేది.

మామూలుగా సముద్రజలాన్ని ఎండబెట్టి ఉప్పు తయారు చేస్తారు. ఆ విధంగా తయారైన ఉప్పులో సోడియం క్లోరైడ్(ఇది శుద్ధ లవణం) తో బాటు సముద్రజలంలో కరిగిన ఇతర లవణాలూ వేలాడుతున్న పదార్థాలూ ఉన్నాయి. సముద్రజలానికి వాస్తవ రసాయన విశ్లేషణను మూడోపట్టికలో చూపాం. కరిగిన లవణాల్లో సాధారణంగా కనిపించే మూలకాలను పట్టిక IV లో చూడవచ్చు.

పట్టిక IV

సముద్ర లవణ సంయోజనం వేయింట ఎన్నిపాళ్లో సూచన

మూలకం	వేయింట ఉన్న పాళ్లు
క్లోరిన్ (C*l*)	18.98
సోడియం (Na)	10.56
మెగ్నీషియం (Mg)	1.27
సల్ఫర్(గంధకం - S)	0.88
కాల్షియం (Ca)	0.40
పొటాసియం (K)	0.38
బ్రోమిన్ (Br)	0.065
కార్బన్(కర్బనం - C)	0.028
స్ట్రోన్షియం (Sr)	0.013
బోరాన్ (B)	0.005

సగటు లవణీయతలో వేయింట 33.0 భాగాల్లో ఈ పది మూలకాలూ ఉంటాయి. మిగిలిన 2.0 భాగాల్లో (వేయింట) అనేకేతర మూలకాలు పట్టిక III లో సూచించిన విధంగా ఉంటాయి. (వేయి భాగాల్లో 35 మాత్రమే లవణాలు; మిగిలి 965 భాగాలూ మంచినీరే).

మహాసముద్రాల్లో లోతుల మధ్య, ప్రాంతాల మధ్య లవణీయత భిన్నభిన్నంగా ఉంటుంది. తరుచుగా అది అర్థవంతం.సముద్రాల గతిశీలతకు ఆధారభూతమైన మౌలిక లక్షణంగా సాగర రసాయన శాస్త్రజ్ఞుడు లవణీయతా భేదాలను ప్రధాన విషయంగా పరిగణిస్తాడు. లవణీయతా పరిస్థితులనూ తదితర కారణాలనూ భిన్న సముద్రాల నిర్దిష్ట స్వభావాల నుంచి గ్రహించవచ్చు.

వేలాడే పదార్థాలు

మహాసముద్రాల్లో అంతటా కరిగిన (సేంద్రియ, నిరింద్రియ) పదార్థాలే కాక, తీరప్రాంతాల్లో ప్రత్యేకంగా బ్రహ్మాండమైన పరిమాణాల్లో వేలాడే పదార్థాలు కూడా ఉన్నాయి. అవి రకరకాలుగా వచ్చి చేరుతుంటాయి. భూమిమీది నుంచి సముద్రానికి వచ్చే భూతల పదార్థాలు మొదటి రకం. భూమి నుంచి తొలగిపోయి సముద్రాలకు చేరే వస్తువుల బదిలీ నమ్మలేనంత ఎక్కువ. కాలక్రమాన ఇలా వచ్చి చేరిన పదార్థాల్లోని ద్రావణీయ భాగాలన్నీ సముద్రజలంలో కరిగిపోతాయి. జలసంచలనం వల్ల కరగని పదార్థాలు మహాసముద్రాల్లోని భిన్న ప్రాంతాలకు చేరుకుంటాయి. ఈ పదార్థాల్లోని పెద్ద పెద్ద వస్తువులన్నీ గురుత్వాకర్షణ కారణంగా సముద్రం అట్టడుగు భాగానికి మునిగి చేరుతాయి. చిన్నచిన్న కణాలు ఒక పట్టాన అలా కిందికి పోక చాలాకాలం దాకా నీటిలో వేలాడుతుంటాయి. అలా మహాసముద్రాల్లో వేలాడుతుండే పదార్థాల పరిమాణం ప్రాంత ప్రాంతానికీ మారుతుంటుంది; పొరపొరకూ మారుతుంది. ఋతువులను బట్టి కూడా మారుతుంది. భూమినుంచి పారే నీరు, నేలమీది నుంచి వీచే గాలులు, మహాసముద్రాల్లో అంతర్గతంగా ఉన్న ప్రవాహాల శక్తి దిశలూ–ఇవన్నీ ఈ పరిస్థితిని ప్రభావితం చేస్తాయి. సాధారణంగా ఇలా వేలాడే కణాలు సముద్ర తీరాల వెంబడీ, సంక్షుభిత ప్రాంతాల్లో, జలోర్ధ్వగమనం ఉన్నచోటా ఎక్కువగా ఉంటాయి. భూతల పదార్థాలు సుదూర ప్రాంతాల నుంచి గాక తీర ప్రాంతాల నుంచే వచ్చి మహాసముద్రాల్లో కలుస్తాయి.

సముద్రంలోనే వుండే మృతజంతు వృక్షాల కళేబరాల కుళ్లిన భాగాల

నుంచి వచ్చే పదార్థాలు వేలాడే పదార్థాల ఉనికికి మరో కారణం. భూమి మీదలాగానే సముద్రంలో కూడా జనన మరణాలు శాశ్వతక్రియలు. సువిశాల సముద్రాల్లో అనుక్షణం జీవరాశులు బిలియన్ల సంఖ్యలో అంతమవుతుంటాయి. మరణానంతరం అవి విధిగా శిథిలమై గురుత్వాకర్షణ కారణంగా సముద్రగర్భంలో కలిసిపోతుంటాయి. వాటిలో కరిగిపోయే భాగాలు అడుక్కు చేరేలోగా కానీ, చేరిన తరువాత గాని ఎటు తిరిగీ కరిగిపోతాయి. కానీ వాటిలోని అనేకానేక కణాలు తేలుతూనే ఉంటాయి. పైకి చిమ్మే నీటి ఊర్ధ్వ పీడనాల వల్ల వాటి మునిగిపోయే స్వభావానికి కావలసినంత అడ్డంకి ఉంటుంది. ఆ విధంగా సముద్రాల్లో వేలాడుతుండే కణాలు నృత్యం చేస్తున్నట్లు తేలుతూ మునుగుతూ మహాసముద్రాల్లో రకరకాల లోతుల్లో సర్వత్రా కనిపిస్తూంటాయి.

భూతల పదార్థేతరాలైనవి కూడా కొన్ని ఉల్కల వంటివి సముద్రంలో పడుతుంటాయి. అవి భూమికి ఆవలనుంచీ వచ్చేవి. మనం ఊహించే కన్నా అలా భూగోళం మీద పడే పదార్థాల పరిమాణం చాలా ఎక్కువ.

కరిగిన వాయువులు

కరిగిన తేలాడే పదార్థాలే కాక సముద్రజలంలో రకరకాల వాయువులు కూడా ఉన్నాయి. కరిగిన వాయువుల్లో ఆక్సిజన్ (ఆమ్లజని) చాలా ముఖ్యమైనది. అది సముద్రోపరితల, వాతావరణాల అన్యోన్య చర్యవల్ల సముద్రజలంలో ముందుగా నిలవచిక్కుతుంది. గాలులూ తరంగాలూ తదితర జలప్రదక్షిణ సంచలనాల వల్ల ఈ విధానానికి సహాయమందుతుంది. సముద్రంలో జీవించే బిలియన్ల కొద్దీ జంతువృక్షాలు ఆమ్లజనిని నిరంతరం ఉపయోగిస్తుంటాయి. వృక్షప్లవకాలూ (phyto planktons) తదితర సముద్ర వృక్షాలూ కిరణజన్య సంయోగక్రియ ద్వారా చేసిన ఉత్పత్తి ఆమ్లజని ఉత్పాదనకు రెండో ప్రధానాధారం. జంతువృక్షాల శ్వాసక్రియలూ కిరణజన్య సంయోగక్రియ ద్వారాగాని వాతావరణ పరస్పర చర్యద్వారా గాని పరస్పర విరుద్ధాలైన ఈ విధానాల ద్వారా ఉద్భవించిన ఆమ్లజని సమతౌల్యం మీదనే ఏ మహాసముద్ర ప్రాంతంలోనయినా కలిగివున్న ఆమ్లజని పరిమాణం ఆధారపడి

వుంటుంది. ఉపరితలం దగ్గర ఒక లీటర్ సముద్రజలంలో కరిగిన ఆమ్లజని 10 మిల్లీ లీటర్లకు మించకుండా ఉంటుంది. అడుక్కుపొయ్యే కొద్దీ సముద్ర జీవాలు క్రమంగా దీన్ని ఉపయోగించేస్తాయి. అంతేకాదు. లోతుకు పొయ్యేకొద్దీ చీకటి పొరల మధ్య కిరణజన్య సంయోగక్రియ జరగనందువల్ల ఆమ్లజని క్షయానికి ప్రత్యామ్నాయం ఉండదు. ఆమ్లజని వాడుక స్థాయీ ఆమ్లజని ఉత్పాదన స్థాయీ సమంగా ఉన్న లోతును పరిహారగభీరత (compensation depth) అంటారు.

సముద్రజలంలోని మరిరెండు కరిగిన వాయువులు నత్రజని, కార్బన్ డయాక్సైడులు. నిరంతరమైన ఉపరితల వాయువుల పరస్పర చర్యల వల్ల నత్రజని కరిగిపోతుంది. కానీ వాతావరణంలో లాగానే సముద్రజలంలో కూడా నత్రజనివల్ల జీవులకు ఉపయోగమున్నట్లు కనిపించదు. కార్బన్‌డయాక్సైడ్ గాఢంగా కనిపించదు. కారణం దాన్ని వృక్షాలు కిరణజన్య సంయోగక్రియకు వాడుకోవటం "సముద్రంలో కార్బన్ డయాక్సైడ్ అనేకరూపాల్లో ఉంటుంది : (1) స్వచ్ఛ ద్రావణంలో CO_2 గా; (2) కొద్ది పరిమాణంలో వేరుపడని కార్బానిక్ ఆమ్లం H_2CO_2 గా; (3) వేరుపడిన కార్బానిక్ ఆమ్లం HCO_3 గా; (4) కొద్దిగా కరిగే కార్బొనేట్లుగా; (5) చివరికి బాగా కరిగే బైకార్బొనేట్లుగా. సముద్రజలంలో క్షారాలు, కాల్షియం, మెగ్నీషియం, మొదలైనవి స్థిర ఆమ్ల ప్రాతిపదికలకు కావలసిన దానికన్నా ఎక్కువ పరిమాణంలోనే లభిస్తున్నందువల్ల కార్బొనేట్లూ బైకార్బొనేట్లూ సాధ్యమవుతున్నాయి. ఎక్కువగా ఉన్న క్షారం "క్షారనిధి' (alkali reserve) గా మిగిలి, కార్బానిక్ ఆమ్లంతో రకరకాల సంయోగాల్లో వృక్షసంపదకు అవసరమైన CO_2 నిధిని నిర్వహిస్తున్నందువల్ల ఎంతో ప్రాముఖ్యం వహిస్తున్నది. క్షారాలతో స్థిరాస్థిర సంయోగాల్లో కలిసే సామర్థ్యం గల కార్బన్‌డయాక్సైడ్ సముద్రజలంలో ఆమ్ల క్షార సమతౌల్యం కాపాడుతూ అన్నిరకాల జీవరాశులకూ అనుకూలమైన వాతావరణం సృష్టిస్తున్నది. ఒక లీటర్ సముద్రజలంలో నిజద్రావణంగా కనిపించే కార్బన్ డయాక్సైడును ఘనసెంటీమీటర్లోని పదోవంతులోనే కొలవవలసినప్పటికీ, 5 నుంచి 10 ఘనపు సెంటీమీటర్లుండే వియుక్తామ్లజనితో పోలిస్తే దాదాపు 45-50 ఘనపు సెంటీ మీటర్లుంటుంది. అధికంగా ఉన్న క్షారంతో మూడింట రెండువంతులు బైకార్బొనేట్‌గా ఉండి,

అస్థిరం కాబట్టి అవసర సమయాల్లో వృక్షాలను కావలసిన కార్బన్ డయాక్సైడును సరఫరా చేస్తుంది. ఫలితంలో సముద్రజలంలోని CO_2 క్షారాల మారే సంయోగాలు వృక్ష జాతులకు భండారంలాగా ఉపయోగపడుతున్నది. అత్యవసరమైన CO_2 ను క్రమబద్ధంగా ఉత్పత్తి చేయటం వినియోగించటం జరుగుతున్నది". (కోకర్, పూర్వోక్తం, పేజీ 88).

భూమిమీదలాగే సముద్రంలో కూడా సూర్యుడే ఉష్ణధారం. పగటివేళల్లో సముద్రోపరితలం ఉష్ణ మండలాల్లో అత్యధికంగానూ ధ్రువ ప్రాంతాల్లో అత్యల్పంగానూ సూర్యతాపాన్ని సంగ్రహిస్తుంది. ఇలా గ్రహించిన ఉష్ణాన్ని వాహకత్వం ద్వారాగాని (conduction), ప్రవాహం ద్వారాగాని (convection) ఇతర ప్రాంతాలకూ స్తరాలకూ అందించటం జరుగుతుంది. లవణీయతను, కరిగిన వాయువులనూ సముద్రజలంలోని ఇతర రసాయన ధర్మాలనూ ఉష్ణోగ్రత ప్రభావితం చేస్తుంది. నిజానికి ఉష్ణోగ్రతకూ ఈ రసాయన ధర్మాల్లో ప్రతిదానికీ స్పష్టమైన సంబంధాలున్నాయి. ఉదాహరణకు వాయుస్థితిలోని పదార్థాలకూ ఉష్ణోగ్రతకూ విలోమ సంబంధముంది. ఉష్ణోగ్రత పెరిగితే ద్రావణంలోని వాయువులు తగ్గుతాయి. అందువల్లనే ఉష్ణమండల జలాల్లో కన్నా ఆర్క్టిక్ జలాల్లో అటు ఆమ్లజనీ ఇటు కార్బన్‌డయాక్సైడు భాగాలు చాలా ఎక్కువ. లవణీయత కూడా ఉష్ణోగ్రతతో బాటు తగ్గిపోతుంది. అయితే ఈ రెండూ అభీష్ట పరిణామాల మధ్యా ఉండే పరస్పర సంబంధం చాలా సంక్లిష్టం. ఇవి రెండూ కలిసి సముద్రంలోని ఏ జలరాశి విశిష్ట లక్షణాలనయినా నిరూపిస్తాయి. సమాన అక్షాంశాల్లోనూ పగటివేళల్లో నిర్దిష్ట సమయాల్లోనూ ఉపరితలం దగ్గర ఉష్ణోగ్రత సాధారణంగా ఏకరూపంలోనే ఉంటుంది. కానీ అది లోతు పెరిగే కొద్దీ త్వరగా తగ్గిపోతుంది. కొద్దిపాటి లోతులో త్వరగా తాపమానం పడిపోయే స్తరాన్ని ఉష్ణపాత స్థానం (thermocline) అంటారు. ఆ ఉష్ణపాత స్థానానికి దిగు తాపమాన భేదాలు చాలా తక్కువ. సముద్రగర్భంలో నివసించే జీవరాశులకూ జలాంతర్గాముల్లో ప్రయాణించే మానవులకూ ఉష్ణపాత స్థానం రసాయన ధర్మవితరణలోనూ (distribution of chemical properties) జల గర్భ ప్రయాణంలోనూ ఎంతో ప్రధానమైన లక్షణం.

కరిగిన పదార్థాల వ్యాప్తి (వేలాడే కణాలు కూడా) సముద్రోర్ధికస్థితికి అత్యంత ప్రధాన విషయం. జీవరాశుల లేమి, ఉనికి, సమృద్ధి అనే వాటిని అదే నిర్ధరిస్తుంది. ఉపరితల స్తరాల్లోని పోషక పదార్థాలను వృక్షరాశుల అవిచ్ఛిన్నోత్పత్తి తగ్గించివేస్తుంది. తీరంనుంచి వచ్చిన పదార్థాలతో తీరజలాల్లో అవి తిరిగి నిండుతాయి. మరికొన్ని ప్రాంతాల్లో సంక్షోభం, ఊర్ధ్వపీడనం, ప్రవాహాగమనం వంటి ఇతర సముద్ర సహజ లక్షణాల ద్వారా నష్టపూర్తి జరుగుతుంది. కానీ నష్టపూరక యంత్రాంగం ఆచరణలో లేని సువిశాల మహాసముద్ర ప్రాంతాలు లేకపోలేదు. అందువల్ల అక్కడి జీవోత్పాదకత లేని దాంతో సమానం. ఈ ప్రాంతాలను సముద్ర మరుభూములంటారు. (అట్లాంటిక్ మహాసముద్రంలోని) సర్గాసో సముద్రం ప్రవాహరాహిత్యానికి జీవసంపద రాహిత్యానికీ పెట్టింది పేరు.

సముద్రోత్పాదకశక్తిని వేలాడే పదార్థాలు కూడా దెబ్బతీస్తాయి. ఈ కణాలు అత్యంత సాంద్రంగా ఉన్నప్పుడు సూర్యకిరణాలను అవి పరావర్తనం చేసి సూర్యరశ్మి ప్రవేశానికి అడ్డు తగులుతాయి. ఇది వృక్షోత్పత్తినీ, తత్ఫలితంగా జంతూత్పత్తినీ తగ్గించి వేస్తుంది. వేలాడే పదార్థాలు సమృద్ధిగా ఉంటే జంతువులకు శ్వాసావరోధం కూడా కలుగుతుంది.

ప్రస్తుతం సముద్రం నుంచి పరిమిత సంఖ్యాక రసాయనాలను మాత్రమే వెలికి తీస్తున్నారు. వాటిలో ముఖ్యమయింది మెగ్నీషియం. విమాన నిర్మాణ పరిశ్రమకు చాలా ముఖ్యమైన ముడి పదార్థం కాబట్టి ఈ లోహాన్ని ప్రపంచవ్యాప్తంగా అధిక పరిమాణంలో సముద్రం నుంచి వెలికి తీస్తున్నారు. బ్రోమిన్‌ను కూడా పెద్ద ఎత్తున అలాగే సంపాదిస్తున్నారు. అది రంగుల అద్దకంలో, ఛాయాచిత్ర రసాయనాల్లో, పెట్రోల్ మొదలైన పరిశ్రమల్లో ముఖ్యావసరం. కడలి కలుపు మొక్కల నుంచి అయొడిన్ను సంగ్రహిస్తున్నారు.

"యుగయుగాలుగా నేలమీద పడిన వానలకు ద్రావణీయ పోషక పదార్థాలు కొట్టుకొని పోయి నదీప్రవాహాల ద్వారా సముద్రాలకు చేరి వాటిని సంపన్నం చేస్తున్నాయి. సుపరిచిత పోషక పదార్థాలైన నిబంధిత నత్రజని, భాస్వరం, పటికలనే గాక, అయొడిన్, ఫ్లూరిన్, మాంగనీస్, రాగి, తుత్తునాగం వంటి అత్యవసర అత్యల్ప మూలకాలకూ, జీవరాశులకు అవసరమైన తదితర

అనుబంధ మూలకాలకూ ఈ విధానం వల్ల సముద్రం ఒక అక్షయభండారమయింది. ఇవన్నీ సముద్రంలో ఎంత మహత్తర పరిమాణంలో ఉన్నాయంటే మానవజాతి యావత్తూ మహాసముద్రాల్లోని రసాయన సంపద నంతటినీ కొల్లగొట్టినా తనకున్న రసాయన సంపదనంతటినీ సముద్రాల్లో కుమ్మరించినా సముద్ర రసాయన నిర్మాణంలో ఆవంత మార్పయినా రాదని చెప్పదగినంతగా ఉన్నాయి. సముద్రంలోని జంతు వృక్షాలు సంగ్రాహకాలే కాక సంచాయకాలు కూడా. వాటిని మనం తీరానికి తెచ్చుకుంటే అవి భూమి నుంచి సేకరించిన వాటిలో చిన్నమెత్తు తిరిగి సంపాదించినంత కాదు. మహాసముద్రం పరిమాణ దృష్ట్యా ఎంతో పెద్దదే గాక గుణాత్మకంగా చూసిన ప్రపంచం మొత్తంలో పోషక పదార్థాలకు అఖండాధారం (హార్డిన్ ఎఫ్. బ్లైలర్: *రిసర్చ్ అండ్ రీజియనల్ వెల్ఫేర్*).

అయిదో ప్రకరణం

అవిశ్రాంత జలాలు

మహాసముద్ర జలాలు శాశ్వత చలనంలో ఉంటాయి. నిజానికి సముద్రజలాన్ని గతిశీలతకు సంకేతమని వర్ణించవచ్చు. పరమ ప్రశాంత సముద్రంలో కూడా చిరుతరంగాలు జలాలను మెల్లిగానయినా అనంత చలనంలో మోస్తుంటాయని గుర్తించవచ్చు. సముద్రతీర వాసులకు అప్పుడప్పుడు సముద్ర ప్రవర్తన కల్లోల భయంకరంగా మారుతుంటుందని తెలుసు. లోతట్టు భూముల్లో నివసిస్తూ వాగులు నదులూ మాత్రమే పరిచయమైనవారికి మహాసముద్ర జలసంచలనం ఎంత విపరీత ప్రమాణంలో ఉంటుందో ఎంత నిర్విరామంగా ఉంటుందో ఊహించటం కూడా కష్టమే. సముద్ర ప్రయాణాన్ని నిర్విరామంగా మెల్లిగా కంపిస్తున్న భూమి మీది నడకతో పోల్చవచ్చు. కాలికింది భాగం ఎప్పుడూ కదలాడుతూనే ఉంటుంది !

సముద్రతీరానికి వెళ్లి మెత్తని సున్నితమైన నురుగుతో కూడిన చిరుతరంగాలతో కాళ్లు కడిగించుకోండి. మీ చర్మాన్ని తడిపిన నీళ్లు మరుక్షణంలో పిట్టకథల్లోని దేవతల్లాగా మరుక్షణంలో అదృశ్యమవుతాయి.

అయితే సముద్రజలంలోని ప్రత్యణువూ మీకు చెప్పే కథే అది. మీ పాదాలను తాకేముందు ఆ జలకణాలు అరేబియా సముద్రంలోనో అట్లాంటిక్ మహాసముద్రంలోనో ఆ మాటకొస్తే మంచుతోనిండిన ఆర్కిటిక్లోనో తమ సుదీర్ఘ ప్రయాణం మొదలుపెట్టి ఇక్కడ పూర్తి చేసి వుంటాయి. అనాదీ అనంతమూ అయిన ఈ ప్రయాణంలో ఈ జలకణాలు ఆర్కిటిక్లోనో అంటార్కిటిక్లోనో కొంతకాలం నిశ్చల హిమజీవితం గడిపి వుండవచ్చు; ఉష్ణమండల స్వతంత్ర వాతావరణంలో నీటిఆవిరినయినా గడిపివుండవచ్చు. అవి కొన్ని భూభాగాల మీద ప్రయాణించి వాననీటి చుక్కలుగా భూమికి దిగి కుండపోత వర్షానికి పుట్టిన సెలయేర్లలో భాగమై తిరిగి సముద్రం చేరివుండనూ వచ్చు. ఇది అనంత పునర్జన్మల, అవిశ్రాంత ప్రయాణాల కథ.

సముద్రజల ప్రయాణాలకు దృష్టాంతంగా ఒక సంఘటనను ప్రస్తావించవచ్చు. 1850 లో గ్రిఫ్టన్ అనే నౌక మధ్యధరా సముద్రం నుంచి అట్లాంటిక్ మహాసముద్రానికి అడ్డంగా సుదీర్ఘ ప్రయాణం చేయాలనే సంకల్పంతో ఆ మహాసముద్రంలో ప్రవేశించింది. నౌకకు చిన్నచిన్న మరమ్మత్తులు అవసరమైనందున నావికులకు ఒకరోజు విశ్రాంతి ఇచ్చారు. ఇటూ ఇటూ తిరుగుతున్న నావికులకు జిబ్రాల్టర్ తీరంలో సగం మునిగి దెబ్బతిన్న కొయ్యపెట్టె ఒకటి దొరికింది. మూత తెరిచి చూస్తే పెట్టెలోని మెరుగుపెట్టిన కొబ్బరి చిప్పల మీద గోథిక్ అక్షరాల్లో ఏదో సందేశమున్నట్లు కనిపించింది. అది కొలంబస్ స్పెయిన్ రాణికి పంపిన సందేశం. ఆ పెట్టెను 350 సంవత్సరాల క్రితం 8,000 కిలోమీటర్ల దూరాన ఉన్న అట్లాంటిక్ మహాసముద్రం ఆవలి ఒడ్డున సముద్రంలో పడవేశారన్నమాట. ఆ పెట్టెను కొబ్బరి చిప్పలతో సహా కొలంబసే విసరివేశాడు. —ఎప్పటికయినా ఆ చిప్పల మీది సందేశం ఇబేరియన్ కోస్తాకు చేరకపోదనే నమ్మకంతో ఆశ్చర్యకరంగా అది ఉద్దేశించిన చోటికి చేరింది. విశ్వాసపాత్రుడైన సేవకుడు రాణీగారికి శాంతా మరియా అనే నౌక నష్టం కావటాన్ని, నీనా అనే నౌకలోని నావికుల క్రమశిక్షణ రాహిత్యాన్నీ నివేదించాడు. అయితే దాన్ని రాణిగాని, ఆమె రాజకుటుంబం వాళ్లు గాని అందుకోనే లేదు. మూడున్నర శతాబ్దాల తరువాత గ్రిఫ్టన్ నావికులు తిరుగులాడుతూ ప్రమాదవశాన దాన్ని కనుక్కున్నారు.

నదులను అడ్డంగా దాటే చిన్న చిన్న పడవలూ తెప్పలూ తరచుగా నీటి వాలున కొట్టుకపోయి ఆవలి ఒడ్డున మరెక్కడో చేరటం సాధారణ దృశ్యం. నదీప్రవాహం ఉరవడి మూలంగా నెట్టివేసిందన్నమాట. అదేవిధంగా సముద్రాల్లోని శక్తిమంతమైన ఉపరితల ప్రవాహాల దాటికి పెద్దపడవలు కొట్టుకపోతాయి. ఇలాంటి అనేక ప్రవాహాలు సముద్రాల్లో ఉన్నాయి. వాటిని గురించి తరువాత ప్రసంగిస్తాం. ఈ మహాసముద్ర వాహినులు భూమిలో ఒక మూల నుంచి మరోమూలకు అనంతజలరాశులను మోసుకపోయి మహాసముద్రాలను ఏకీకరణ సాధనాలుగా మలుస్తున్నాయి.

సముద్రాల అవిశ్రాంతత్వాన్నీ, అందుకు కారణాలనూ, నిర్వహణనూ వెతికినప్పుడు సముద్ర సృష్టిలోనే ఆ గతిశీలత స్వయంనిర్మితమని తెలుసుకుంటాం. సముద్రజలాల నిర్విరామ సంచలనానికి మౌలిక కారణాలను మూడు విధాలుగా పరీక్షించవలసి వుంటుంది :

(అ) భూపరిభ్రమణ కారణంగా వచ్చిన సంచలనం;

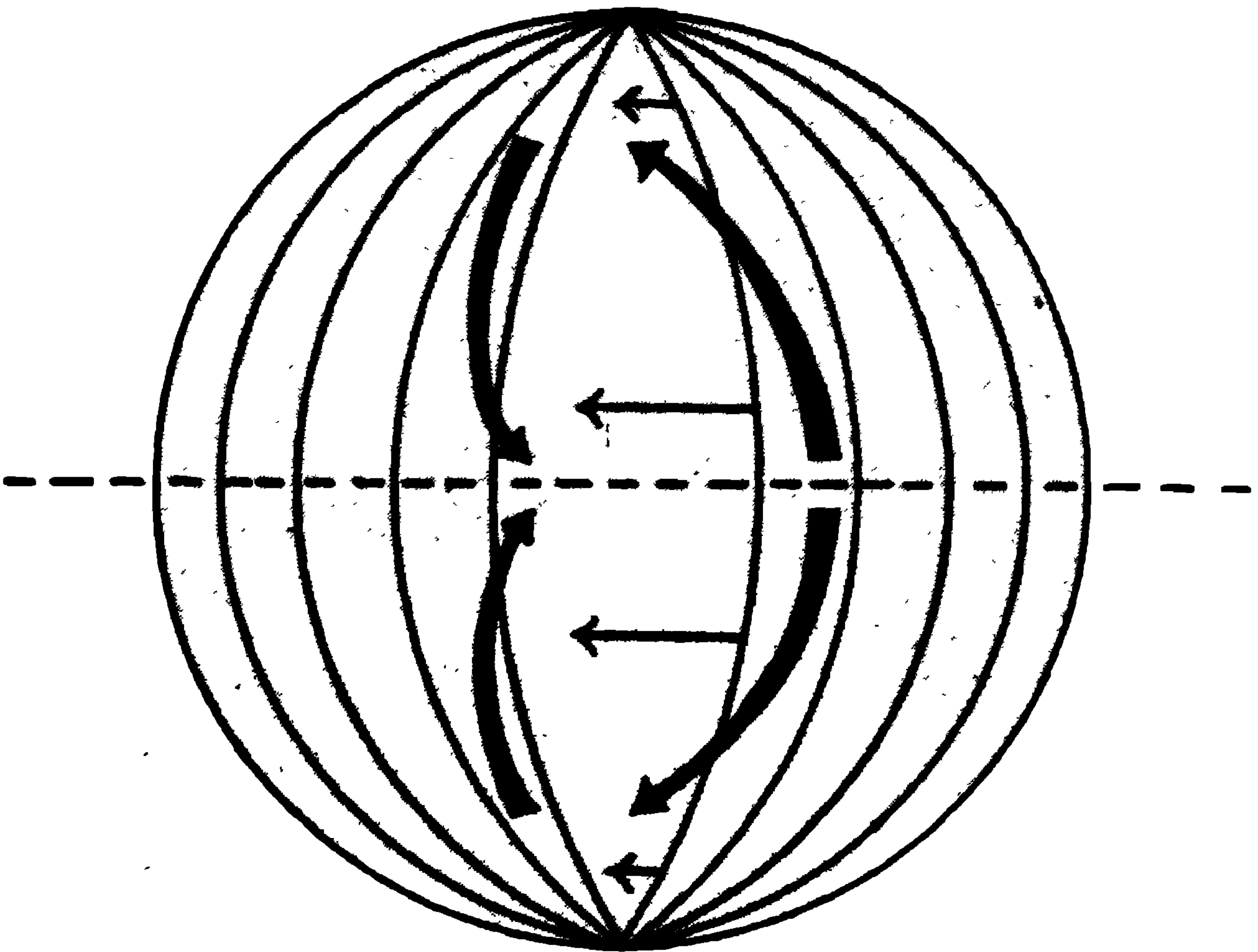
(ఆ) సూర్యచంద్రుల గురుత్వాకర్షణ ప్రభావం వల్ల కలిగిన సంచలనం;

(ఇ) సూర్యతాప ప్రభావం వల్ల ఏర్పడ్డ సంచలనం. ఇది ప్రత్యక్షంగానూ, పరోక్షంగానూ కలిగిన సంఘటన.

భూపరిభ్రమణ వల్ల కలిగిన సంచలనం

భూమి పరిభ్రమించే గ్రహం. 24 గంటలకొకసారి తన అక్షం మీద తాను పరిభ్రమిస్తుంది. గంటకు 1500 కిలోమీటర్ల వేగంతో పడమటి నుంచి తూర్పుకు భూమి తన చుట్టూ తాను తిరుగుతున్నప్పుడు, అదేదిశలో మహాసముద్రాల ఉపరితలం మీద తన్యత (tension) ఉద్భవిస్తుంది. భూగోళం మీద అన్నిటికన్నా విశాలమైన ప్రాంతం అదే కాబట్టి భూమధ్యరేఖ దగ్గర ఆ తన్యత గరిష్ఠ ప్రమాణంలో ఉంటుంది. అంతేకాక ఆ ప్రదేశంలోని నీటిమట్టం తక్కిన ప్రాంతాల్లో కన్నా ఎక్కువగా ఉందని తరువాత తెలుసుకుంటాం. ఉపరితల పీడనదిశ తూర్పుముఖంగా ఉంటుంది కాబట్టి భూమధ్యరేఖ దగ్గరి జలానికి తూర్పుదిశగా ప్రవహించే స్వభావముంది.

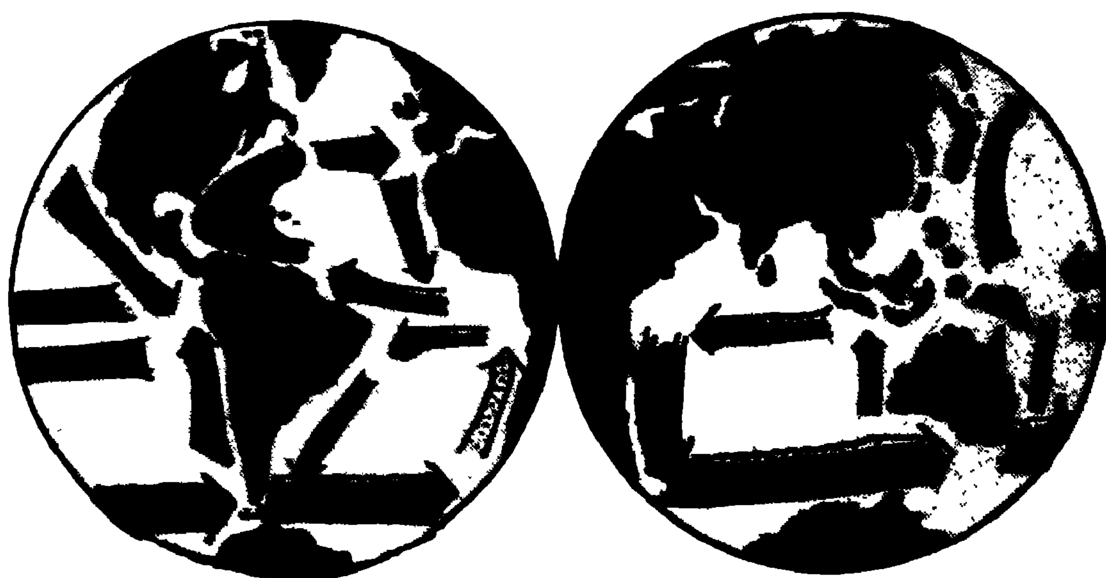
అందుకు బదులుగా భూమధ్యరేఖకు రెండువైపులా ఉన్న జలం దానికి వ్యతిరేకదిశలో ప్రవహిస్తుంది. తూర్పునుంచి పడమటి దిశకు ప్రవహించే ఈ రెండు విశాల ప్రవాహాలనూ ఉత్తర, దక్షిణ భూమధ్యరేఖా ప్రవాహాలంటారు. మహాసముద్రాల్లో అంతర్గతంగా ఉన్న సంచలన వ్యవస్థ మొత్తానికి ఈ రెండు భూమధ్యరేఖా ప్రవాహాలే ఆరంభస్థానాలు. అయితే అవి కేవలం ప్రాక్-పశ్చిమ జలప్రవాహాలు మాత్రమే కావు; 'భూమధ్యరేఖ దగ్గర భూమి గంటకు 1000 మైళ్ల వేగంతో తనచుట్టూ తాను తిరుగుతున్నందువల్ల అది మహాసముద్రాల అడుగుభాగం నుంచి తిరుగుతూ వాటిని వెనకబడేస్తుంది. ఈ తిరుగుడు ప్రాఙ్ముఖంగా ఉంటుంది కాబట్టి మహాసముద్రాల పశ్చిమతీరాల దగ్గర నీరు ఎక్కువగా చేరుతుంటుంది. గాలిమీద, నీటిమీద, ఆమాటకు వస్తే కదిలే వస్తువులన్నిటి మీదా - అది పడవైనా, క్షిపణి అయినా, చివరకు విసరివేసిన



చిత్రం 8 : కోరియోలిస్ బలం (force)

బంతిమాత్రమే అయినా - వాటిమీద భూపరిభ్రమణ ప్రభావం విచిత్రంగా ఉండి, ఉత్తరార్ధగోళంలో ప్రతి వస్తువూ కొంచెం కుడివైపుకూ దక్షిణార్ధ గోళంలో కొంచెం ఎడమవైపుకూ వాలేటట్లు చేస్తుంది. ఒక శతాబ్దం కింద ఈ లక్షణాన్ని మొట్టమొదట గుర్తించి చెప్పిన ఫ్రెంచ్ గణితశాస్త్రజ్ఞుడి పేరిట దీన్ని 'కోరియోలిస్ ప్రభావ' మని పిలుస్తున్నారు (ఎంగెల్ : ద సీ, టైమ్-లైఫ్ గ్రంథాలు, పేజీ. 76).

ప్రపంచపటాన్ని చూస్తే ఈ గోళంలోని భూభాగాలు రెండు పెద్ద భాగాలుగా కేంద్రీకరించి ఉన్నాయనీ, రెండు అమెరికా ఖండాలూ ఒకవైపునా మిగిలిన భాగం ఆఫ్రికా యురేషియాలుగా మరోవైపుగా ఉన్నాయని గుర్తిస్తాం. ఇప్పుడు మనం అట్లాంటిక్ మహాసముద్రానికి సంబంధించిన ప్రత్యేక విషయాలను పరిశీలిస్తే ఉత్తర, దక్షిణ భూమధ్య రేఖా ప్రవాహజలం రెండు అమెరికాల తూర్పుతీరంలో కేంద్రీకరించి ఉందని తెలుసుకుంటాం.



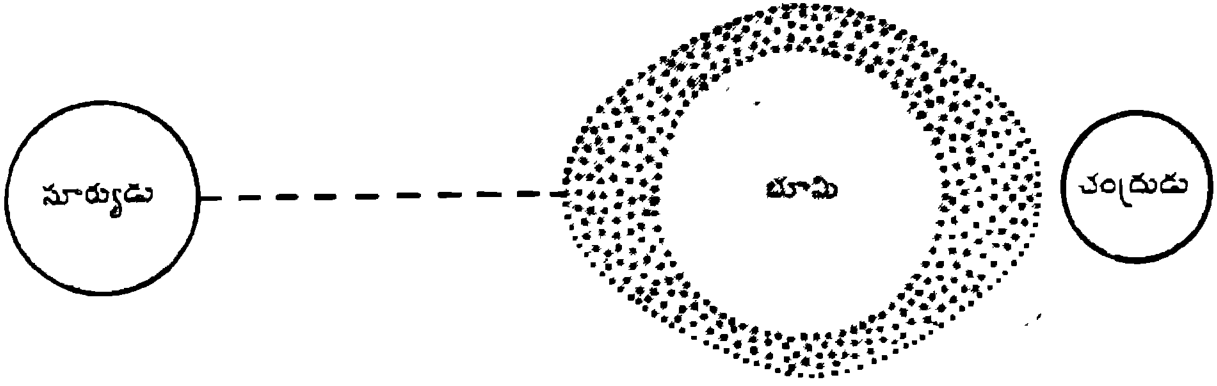
చిత్రం 9 : విభిన్న మహాసముద్రాల ఉపరితల ప్రవాహాలు. వాటన్నిటిలోనూ ఉపరితల ప్రవాహాల చక్రభ్రమణం ప్రధానాంశం - ఉత్తరార్ధ గోళంలో సవ్యంగా, దక్షిణార్ధగోళంలో అపసవ్యంగా

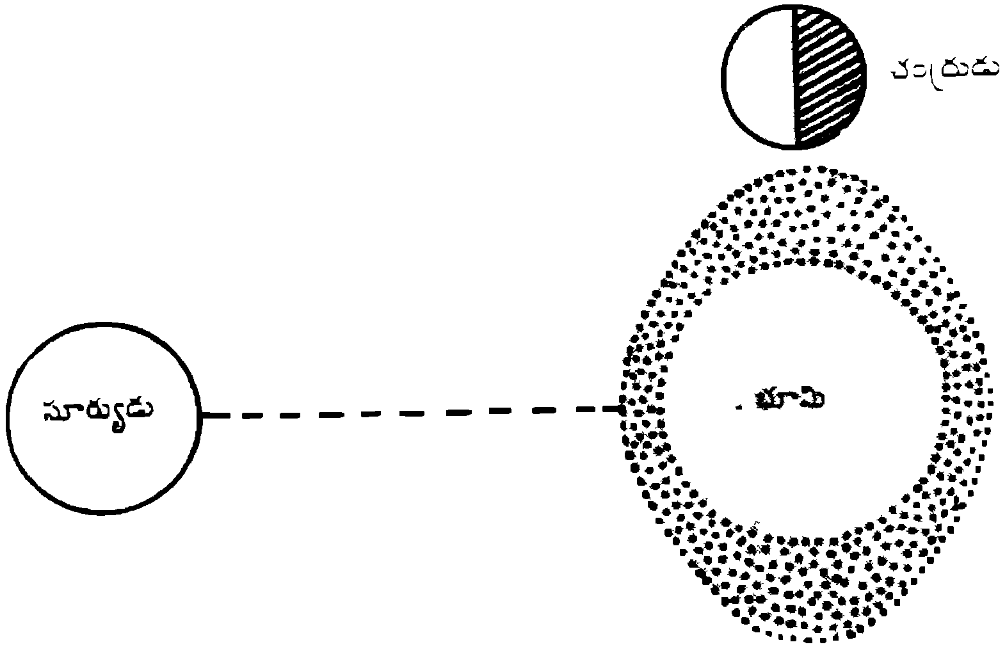
ఈ సంచిత జలాన్ని ఇంతకుపూర్వం చెప్పిన కోరియోలిస్ ప్రభావమూ, ఆ సముద్ర తీరాల నైసర్గిక స్వరూపమూ ఉత్తరదక్షిణ దిక్కులు రెండింటివైపూ నెట్టి వేస్తున్నాయి. ఉత్తరదిశగా ప్రవహించే ప్రవాహాన్ని గల్ఫ్ ఝురి అనీ, దక్షిణముఖంగా ప్రవహించేదాన్ని బ్రెజీల్ ప్రవాహమనీ పిలుస్తారు. ఉత్తర భూమధ్య రేఖా ప్రవాహమూ గల్ఫ్ ఝురీ రెండూ ఉత్తర అట్లాంటిక్ మహాసముద్రాన్ని చుట్టుముట్టిన బ్రహ్మాండమైన జలచక్ర భ్రమణంలోని రెండు శాఖలుగా ప్రవర్తిస్తున్నాయి. మహాసముద్రంలోని ఉపరితల ప్రవాహాలు బ్రహ్మాండమైన చక్రభ్రమణాల రూపంలో ఉత్తరార్ధ గోళంలో సవ్యంగా దక్షిణార్ధ గోళంలో అపసవ్యంగా తిరుగుతున్నాయని గుర్తించాలి. మహాసముద్రా లన్నిటిలోనూ ఉపరితల ప్రవాహాల చక్రభ్రమణ మనేది ప్రధానాంశమే. ఈ లక్షణానికి మౌలికమైన కారణాన్ని భూపరిభ్రమణంలోనూ తత్ఫలితంగా పుట్టిన బలాల్లోను (forces) కనుక్కోవాలి (చిత్రం 9).

సూర్యచంద్రుల గురుత్వాకర్షణ కారణంగా కలిగిన సంచలనం

భౌతికవస్తువులన్నీ పరస్పరం ఆకర్షించుకొంటాయి. ఆయా వస్తువుల ద్రవ్యరాశి మీదా, భిన్న వస్తువుల మధ్యగల దూరంమీదా గురుత్వాకర్షణ బల ప్రమాణం ఆధారపడి వుంటుంది ఇది భూమిమీదగాని భూమిలోగాని ఉన్న వస్తువులకే గాక ఆకాశంలోని నక్షత్రాదుల మధ్యగూడా వాస్తవంగా జరుగుతుంది భూమి ఆకర్షిస్తుంది. దాన్ని సూర్యచంద్రులూ ఇతర గ్రహ నక్షత్రాలూ ఆకర్షిస్తుంటాయి. అయితే చంద్రాకర్షణ అన్నిటికన్నా ఎక్కువ. ఎందుకంటే అది భూమికి అత్యంత సమీపంలో ఉన్న ఉపగ్రహం. తన బ్రహ్మాండమైన పరిమాణం కారణంగా సూర్యుడుకూడా భూమిని అత్యంత గురుత్వాకర్షణకు గురిచేస్తున్నాడు. సూర్యచంద్రుల గురుత్వాకర్షణ బలానికి విస్పష్టమైన నిదర్శనం ఆటుపోట్లు. అవి రోజుకు రెండుసార్లు ప్రదర్శితమవుతాయి. (చిత్రం 10).

గురుత్వాకర్షణ పీడనం వల్ల భూమి క్రోడం నుంచి ఉపరితలందాకా స్పందిస్తుంది. అప్పుడు ఏకసమయంలో గరిష్ఠాకర్షణ గల తలంలో వ్యాకోచించి, అంతే పరిమాణంలో వికర్ణతలంలో సంకోచిస్తుంది.





చిత్రం 10 : భూమిపై సూర్యచంద్రుల పోట్లు సూర్యచంద్రుల ఉమ్మడి ఆకర్షణ వల్ల ఎత్తయిన పోట్లు వస్తాయి-పైన చూపినవి పర్వవేలా తరంగాలు అయితే అవి ఒకదాని కొకటి కోణంలో ఉన్నప్పుడు, వాటి ఆకర్షణ పరస్పర వ్యతిరేకంగా ఉండి కింద చూపినట్లు లఘువేలా తరంగాలను పుట్టిస్తాయి

ఇది నిర్విరామంగా జరిగే విధానం కాబట్టి భూమి పార్శ్వ రేఖాకృతి అనుక్షణ పరిణామశీలం అత్యంత గురుత్వాకర్షణ ఉన్నవైపు విశాలతరంగానూ, దానికి విక్షతలంలో సంకుచితంగానూ ఉంటుంది. అయితే శ్వాసక్రియలాంటి భూమి సంకోచవ్యాకోచాలను భూమిమీద నుంచి గమనించలేం. భూమి

ఘనపదార్థ నిర్మాణం కలది కాబట్టి, ఈ చలన స్పందనాల్లో పరీక్షించదలచిన మానవులు కూడా భాగమే కాబట్టి ఈ లక్షణాన్ని గుర్తించలేం. సముద్రోపరితలంపైకీ కిందికీ కదలటం స్పష్టంగా కనిపిస్తుంది. సముద్రాలు ద్రవమాధ్యం కాబట్టి అది కఠినశిలల కన్నా ఖనిజాల కన్నా తేలికగా ఉండి ఆకారాన్ని సులభంగా మార్చుకోగలది కాబట్టి గమనించగలం. సముద్రంలోని నీటిమట్టం పెరిగినప్పుడల్లా నీరు భూమివైపు ప్రవహించి మనకు పోటు కనిపిస్తుంది. కొన్ని గంటల తరువాత గురుత్వాకర్షణ స్పందనం కదలిపోగా, పైకిలేచిన నీటిమట్టం తగ్గిపోయి నీటిని వెనక్కు లాక్కోగానే పాటు వస్తుంది. ప్రపంచవ్యాప్తంగా సముద్రతీరాల్లో ఈ పాటుపోట్లను రోజుకు రెండుసార్లు గమనించవచ్చు.

సిద్ధాంతరీత్యా భూమీ సూర్యచంద్రాదులూ పరిభ్రమించటం అత్యంత క్రమబద్ధం కాబట్టి ఈ పాటుపోట్లు కూడా క్రమబద్ధమైన దృగ్విషయమే. కానీ ఆచరణలో గురుత్వాకర్షణా ఇతర కల్లోలాల కలయికల వల్ల పాటుపోట్లు అంత ఖచ్చితంగా రావటం లేదు. తేమ వాటి క్రమబద్ధతలోనూ పరిమాణంలోనూ మార్పు కనిపిస్తాయి. ఈ మార్పుల సంగతి ఎలా ఉన్నా సర్వాంతర్యామియైన చలనస్పందనాల వల్ల మహాసముద్ర జలాలు క్షణం కూడా నిశ్చలంగా ఉండవు. పాటుపోట్లు ఇతర బలాలతో కలిసి సముద్ర జలాలను నిజంగా అవిశ్రాంతం చేస్తుంటాయి.

అయితే జలప్రసరణకూ చలనస్పందనకూ మధ్యనున్న విభేదాన్ని గుర్తించక తప్పదు. మొదటిది జలాన్ని ఒకచోటి నుంచి మరోచోటికి రవాణా చేస్తుంటే రెండో దానివల్ల రవాణాకాక ఊగిసలాడే తరంగ సంచలనం కలుగుతున్నది. మహాసముద్రాల్లోని సువిస్తృత తరంగాలు పాటుపోట్ల తరంగాలు శిలలకూ ద్వీపాలకూ తీరాలకూ తగిలి విరిగిపోయినప్పుడు మాత్రమే తరంగాల్లో చలిస్తున్న జలకణాలు ఒకచోట నుంచి మరోచోటికి చేరుతుంటాయి.

సూర్యతాప ప్రభావం వల్ల ఏర్పడ్డ సంచలనం

దాదాపు భూమికున్న శక్తి సంపద యావత్తూ సూర్యుడి నుంచి ఉష్ణ

రూపంలో సంపాదించిందే. సూర్యుడితో పోలిస్తే భూమి దిగ్వ్యాసాన్ని బట్టి భూమధ్యరేఖా ప్రాంతంలో గరిష్ఠంగా, ధ్రువప్రాంతాల్లో కనిష్ఠంగా ఉష్ణశక్తి సంగ్రహణం జరుగుతున్నదని మనందరికీ తెలుసు. ఫలితంలో భూమధ్య రేఖా ప్రాంతంలోని మహాసముద్ర జలాలు వేడెక్కి తేలిక పడుతుంటాయి. ఇంకా స్పష్టంగా చెప్పాలంటే భూమధ్యరేఖ దగ్గరి నీటిమట్టం వాస్తవానికి కొన్ని సెంటీమీటర్లు ఎక్కువగా ఉండి ధ్రువాల వైపు ప్రవణతను సృష్టిస్తున్నది.

భూమధ్యరేఖా ప్రాంతంలోని వేడి తేలిక నీరు ఉత్తర దక్షిణ దిశలుగా ప్రవహిస్తూ ఈ ప్రాంతంలోని చల్లనీటిని అడుక్కి నెట్టివేస్తుంటుంది. ఈ శీతల సాంద్రతర జలం సాత్త్విక అంతర్వాహినిగా భూమధ్యరేఖ దిశగా ప్రయాణిస్తుంది. ఇంతకుముందు పేర్కొన్న రెండు సందర్భాల్లోనూ సముద్రోపరితలం సంగ్రహించిన ఉష్ణం అక్కడి నీటి భౌతిక రసాయన ధర్మాలను మారుస్తుందనీ, ఫలితంగా పరిసర జలరాశుల మధ్య క్షితిజలంబ సమాంతర మార్గాలు రెండిటిలోనూ భేదాత్మకశక్తి సమీకరణాలను (differential energy equations) సాధిస్తుందనీ గ్రహిస్తాం. ఒక జలరాశిలో ఉష్ణకారణంగా లవణీయతలో తాపమానంలో పీడనలో మార్పులు వచ్చినప్పుడు పరిసర జలాలలో ఈ కారణాల వల్ల ప్రతిచర్యలు అనివార్యం. ఫలితంలో జలరాశుల మధ్య ఆకర్షణ వికర్షణలూ ఒకదానితో ఒకటి కలియటం జరుగుతాయి.

ఇటువంటి విధానాలు క్రమబద్ధ వ్యవధుల్లో నిర్దిష్ట దిశల్లో జరిగినప్పటి సంచనాలను ప్రసరణ అంటారు. సముద్రంలో శక్తిని బదలాయింపుకూ శక్తి రూపాంతరణకూ పనికివచ్చే క్రియావిధానం ప్రసరణమే. మహాసముద్రంలోని భిన్న భాగాల్లో స్వీకరించిన శక్తి పరిమాణంలో చాలా పెద్ద భేదం కనిపిస్తుంది కాబట్టి మహాసముద్ర ప్రసరణ విధానాల్లో కూడా ప్రచండమైన భేదం ప్రదర్శితమవుతుంది. సాధారణ ఋతువుల్లో నదీప్రవాహవేగంలో ప్రవాహదిశలో కనిపించే వైవిధ్యంతో దీన్ని పోల్చవచ్చు. ఇతర ప్రాంతాల్లో ఈ ప్రవాహం లేనట్లే. మొదటి రకాన్ని మహాసముద్ర ప్రవాహమనీ రెండోరకాన్ని మామూలుగా ఉరవడి అనీ పిలుస్తారు. భూమిమీద నదుల్లాగా మహాసముద్ర ప్రవాహాలకు కాలవల ఒడ్డు వంటి అవరోధాల్లేవు. అటు ప్రవాహాలు ఇటు ఉరవడులూ భౌతికరసాయన ధర్మాల్లో పరిసర జలాలతో పోలిస్తే కనిపించే

భేదాల ద్వారా తెలుసుంటాయి. అయితే ఋతువుల ప్రభావం వల్ల ఒక నిర్దిష్ట ప్రవాహంలోని నిర్దిష్ట ఘనపరిమాణం గల జలం చుట్టుపక్కల నున్న సముద్రాల్లోకి వరదలాగా చేరి భారీ ఎత్తున కలిసిపోవచ్చు.

సూర్యశక్తిలోని అత్యధిక భాగం జలోపరితలంలోనే శోషిత మయ్యేది. దహనం ద్వారా కాని, జలరాశిని వాస్తవంగా రవాణా చేయటం వల్లగాని ఈ శక్తి నిరంతరం నీటి కింది పొరలకు చేరినప్పుడు, నీటి అడుగు పొరలుకూడా ఉష్ణం స్వీకరించి భిన్న పరిమాణాల్లో దాన్ని భద్రపరుస్తుంటాయి. సాంద్రత (లవణీయత), తాపమానం, పీడనం వగైరా భౌతిక రసాయన లక్షణాల మీద ఆధారపడి సముద్రజల స్తంభాన్ని నిలువున (1) ఉపరితలస్తరం, (2) పైపొర, (3) మాధ్యమిక స్తరం (4) లోపలి పొర, (5) అడుగు పొర అని విభజిస్తారు. ఈ పొరలన్నిటిలోనూ, తరచుగా ఆయా పొరల మధ్యా అంతర్గత ప్రసరణ జరుగుతుంటుంది. విభిన్న మహాసముద్ర ప్రాంతాల మధ్య జరిగే పరస్పర వినిమయం, శక్తి జలరాశుల మేళనల వంటి మహాసముద్ర వ్యవస్థలో వీటికి చాలా ప్రాముఖ్యముంది. మానవ దృష్టికి తెలియకుండానే జలాంతర్గత ప్రసరణం మానవ జాతి సంక్షేమానికి అద్భుతసేవ చేస్తున్నది. అది మహాసముద్రాల ఉష్ణభండార పరిరక్షణోపయోగాలకు బాధ్యత వహించి భూవాతావరణం మీద విస్పష్టమైన ప్రభావం చూపుతున్నది.

ఉపరితల ప్రవాహాలు అంతర్గత ప్రవాహాలూ ఇంచుమించుగా ఒకదానికొకటి సమాంతరంగా ఉన్నాయి. సాంద్రతరమైన ఉపరితల జలాలు అడుగుకు పోవటం, భౌతిక రసాయన కారకాల ఊర్ధ్వ పీడనవల్ల అడుగునీరు పైపైకి చేరటం వంటి మరి ఇతర విధాల జలసంచలనాలు కూడా ఉన్నాయి. ఇలా పైకి కిందికీ జరిగే చలనాలను సంవహన ప్రవాహాలంటారు. అవి ప్రపంచవ్యాప్త ప్రసరణలో భాగాలు కావుగాని వాటి భ్రమణ విలోడనాలవల్ల వాటి పాత్రకు గొప్ప ప్రాముఖ్యం ఉంది. అనేక రకాల సంవహణ ప్రవాహాలు నిరంతరం వాటి స్తర నిర్మాణ స్వభావాన్ని మార్చి, సముద్రం పూర్వ భాగంనుంచి అధోభాగానికి తద్విపర్యయంగానూ శక్తిని సులభంగా బదిలీ చేయటంలో తోడ్పడకపోతే జలస్తంభాల్లోని అనేక లంబస్తరాలు స్థితిశీలంగానే ఉండేవి.

ఉష్ణం పరోక్ష ప్రభావం

సముద్రంలో ప్రసరణోత్పత్తి మీద ఉపరితల జలాల వేడిమి ఎలా ప్రత్యక్షప్రభావం చూపుతున్నదో ఇంతవరకూ చదివాం. గాడ్పుల పరోక్ష ప్రభావం కూడా లేకపోలేదు. ప్రపంచం మొత్తంలోనూ ఎక్కువగా భూమధ్యరేఖ దగ్గరా వాతావరణంలోని గాలిని సూర్యుడు వేడెక్కిస్తుంటాడు. ఈ తాప ప్రవణత గాలిలో మహత్తర సంచలనాలు సృష్టిస్తుంది. ఆ గాలిలోని కొంతభాగం భూగోళంలో ప్రాఙ్ముఖ వ్యాపార పవనాల వంటి కొన్ని శాశ్వత ముద్రలు వేస్తున్నది. వాయుసంచారం భూతలం మీద కన్నా సముద్రతలం మీదనే ఎక్కువ ప్రభావం చూపుతుంది. భూమి మీది వస్తువులకు భౌతిక చలనాలకు గాలివానల తుఫానుల సమయంలోని శక్తిమంతమైన వాయుప్రసారాలు మాత్రమే కారణం కావచ్చు. గాలి దుమారాల్లో ఇసక రేణువులూ తేలిక వస్తువులూ ఒక చోటి నంచి మరోచోటికి ఎగరటం చూస్తాం కానీ కనిష్ఠ వాయువు ప్రసారశక్తి కూడా సముద్రోపరితల జలాన్ని కదిలిస్తుంది. అటువంటి తాకిడి శృంఖలా ప్రతిచర్యలను ఆరంభిస్తాయి. సముద్రంలోని అనేక జలప్రవాహాలకు పుట్టుకకూ వేగానికీ వాయు నిర్మిత జలప్రసరణలే కారణాలు. "నీటిమీదుగా వీచే గాలి ఒత్తిడి ద్వారా ఉపరితలంలో ప్రవాహాలను పుట్టిస్తుంది. ఆ విధంగా ఒక మట్టం నుంచి మరో మట్టానికి ఒత్తిడి ప్రసరించి ఫలితంలో కదలికలు పుట్టిస్తుంది. నిబ్బరంగా వీచేగాలి కిందినుంచి పైదాకా మొత్తం జలరాశిలో కదలికలు మొదలు పెట్టవచ్చు. ఉపరితలంలోని సంచలనం అడుగునీటిపై ఒత్తిడి కల్పిస్తే అడుగు నీటి సంచలనం అది మొదలైన అర్ధగోళం మీద ఆధారపడి) పైనీటి ప్రవాహ దిశకు కొంచెం మార్పుగా కుడికో ఎడమకో ప్రయాణిస్తుంది. ప్రతిస్తరమూ తనకింద ఉన్న స్తరం మీద ఒత్తిడి కలిగిస్తుంది కాబట్టి, మొదట ఒత్తిడిని సృష్టించిన వాయు ప్రసార దిశకు కేవలం వ్యతిరేకదిశలో జలప్రవాహదిశ ఉన్నచోట (వాయు బలంమీదా నీటి స్నిగ్ధత మీదా ఆధారపడి) ఒక నిర్దిష్టమైన లోతుంటుందనే ఆశ్చర్యకర నిర్ణయానికి వచ్చారు. అయితే లోతుపెరిగే కొద్దీ చలనవేగం గుణాత్మకశ్రేణిలో తగ్గిపోతుంది. అందువల్ల ప్రవాహగతి వాయుగతికి వ్యతిరేకదిశలో ఉన్నప్పుడు వేగం చాలా తగ్గి (ఉపరితలవేగంలో దాదాపు 4 శాతానికి), ఆ మాట్టానికి దిగువ ఇంచుమించు శూన్యస్థానానికి దిగజారుతుంది.

వాయు ప్రభావం వల్ల ప్రవహించే నీటి గతి వాయు ప్రవాహ దిశకు (సాధారణ) సమకోణంలో ఉంటుందని చెపుతారు." (కోకర్, పేజీ 139).

ఊర్ధ్వ గమనం

ఊర్ధ్వ గమన విషయం ప్రత్యేకంగా పరిశీలించదగింది. అడుగు భాగం నుంచి నిలువుగా పైభాగానికి నీటిని తరలించే చలనమిది. ఆ సమయంలో అట్టడుగు నిక్షేపాలను కూడా తనతోబాటు పైకి తీసుకరావటమే దీని ప్రత్యేకత. సముద్రంలో ఊర్ధ్వ గమనమనే అత్యంత శక్తిమంతమైన విలోడన చలనం. ఆ కారణం చేత సముద్ర వాతావరణంలో జీవోత్పాదనకు అది అత్యంత ప్రధానమైనది. తీవ్రతర ఊర్ధ్వ గమనాల వల్ల అట్టడుగున నిక్షిప్తమై జలస్తంభంలో పూర్తిగా లేకుండా పోయిన పోషక పదార్థాలు వీటివల్ల ఉపరితల స్తరాలకు తిరిగి చేరుకుంటున్నాయి. క్రమబద్ధ ఊర్ధ్వ గమనాలున్న ప్రాంతాల్లో వృక్షోత్పత్తికీ తత్ఫలితంగా జంతూత్పత్తికీ ఈ విధంగా అవకాశాలు బాగా పెరుగుతున్నాయి. సముద్రతీరాల దగ్గర ఊర్ధ్వ గమనం సాధారణంగా ఎక్కువ. తీరం దిశలోగాని దానికి వ్యతిరేక దిశలోగాని నిరంతరాయంగా నీరు చలించినప్పుడు ఏర్పడ్డ శూన్యాన్ని భర్తీ చేయడానికి సమాంతర ప్రవాహాలు పుట్టుకొస్తాయి. భారతదేశపు పశ్చిమతీరం, పశ్చిమాఫ్రికా, కాలిఫోర్నియా, పెరూ తీరాలు మొదలైన చోట్ల ఊర్ధ్వగమనం సర్వసాధారణం.

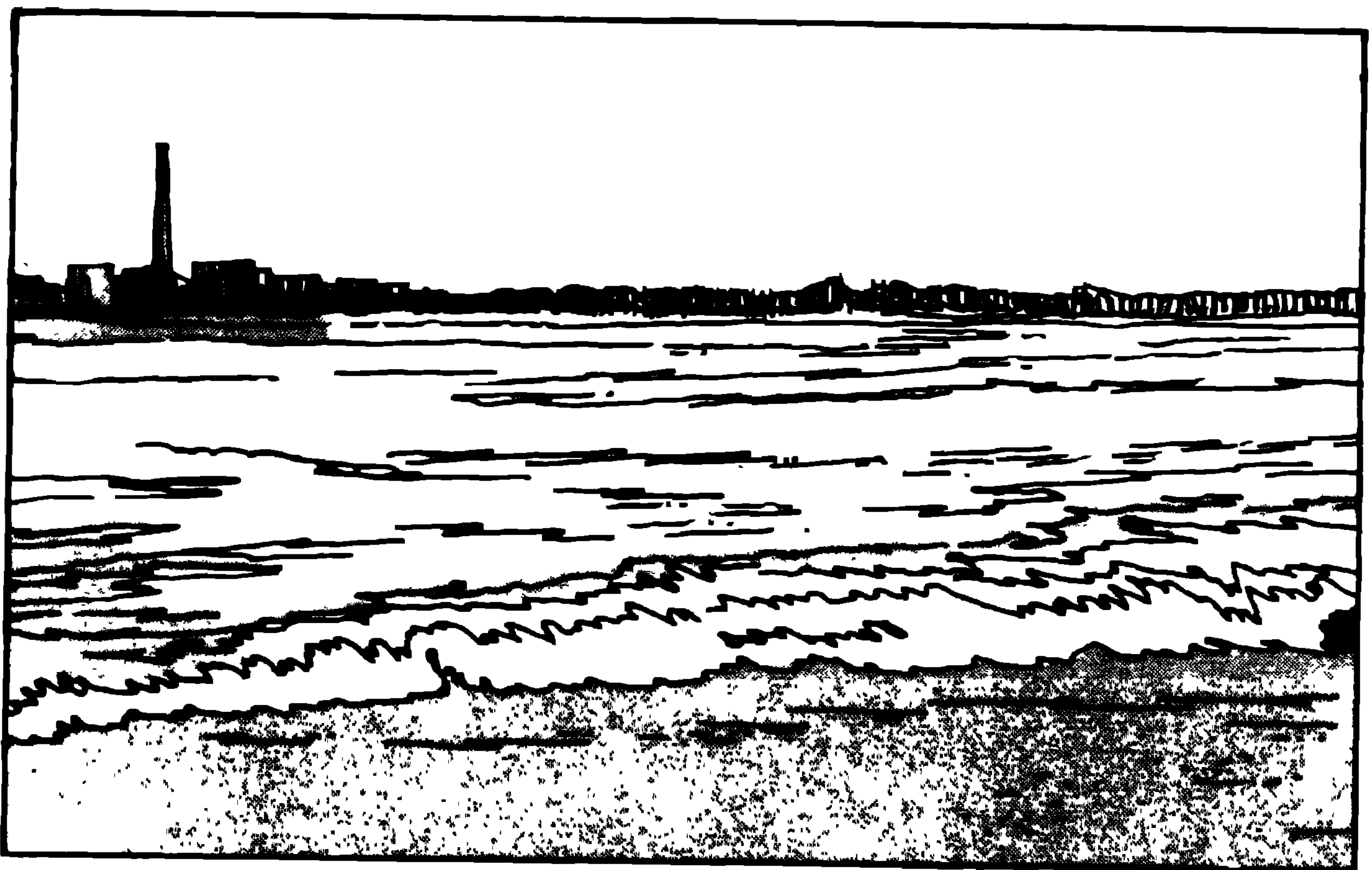
అపసరణం, అభిసరణం

అపసరణం, అభిసరణం అనే దృగ్విషయాలను తప్పకుండా ప్రస్తావించాలి. ఇవి ప్రత్యేక స్వభావం గల సంవహన ప్రవాహాలు. అపసరణలో తాము పుట్టిన చోటి నుంచి ఊర్ధ్వ గమనంలోని జలాలు దూరంగా కదలిపోతాయి. అవతరణం (subsidence) వల్ల ఊర్ధ్వ గమనావసరం నిరుపయోగమై తక్కువస్థాయిలో ఉపరితల జలాలు తీరంవైపు ప్రవహిస్తాయి.

అలలూ విరిగే అలలూ

సముద్ర స్వభావంలో ప్రస్ఫుటంగా కనిపించే లక్షణమైన అలల్ని గురించి ఇందాకా ఏమీ ప్రసంగించలేదు. సముద్రాల గతిశీలతకు దృశ్యమాన

నిదర్శనాలు అలలే. సముద్ర ప్రయాణంలో ఊగులాడుతున్నామనే భావం కలిగించేవి అలలే. పొర్లిపారే అలలు మహానౌకలను పైకి ఎత్తి ఒక్కసారిగా తమ వెనక దించిపడేసేవి అలలే. అలలు నిరంతరం తీరాలవైపు ప్రవహిస్తుంటాయి. ఒక్కోసారి చిన్నవిగా సుకుమారంగా చాలా తరుచుగా ఎత్తుగా భీకరంగా అలలు రేవులోని వారధి స్తంభాలనూ తాకి ధ్వంసం చేస్తాయి. సముద్రం నేలను కోత కోయటానికి అలలే కారణం. కానీ అలలే మంచి వినోదసాధనాలు కూడా. చిరుతరంగాల మీద తేలటం సముద్ర స్నానాలు చేసేవారికి జగద్వ్యాప్త వినోదవిహారం.



చిత్రం 11 : వాయు ప్రసారాల వల్ల నీటిలో ఏర్పడే ఎత్తైన అలలు

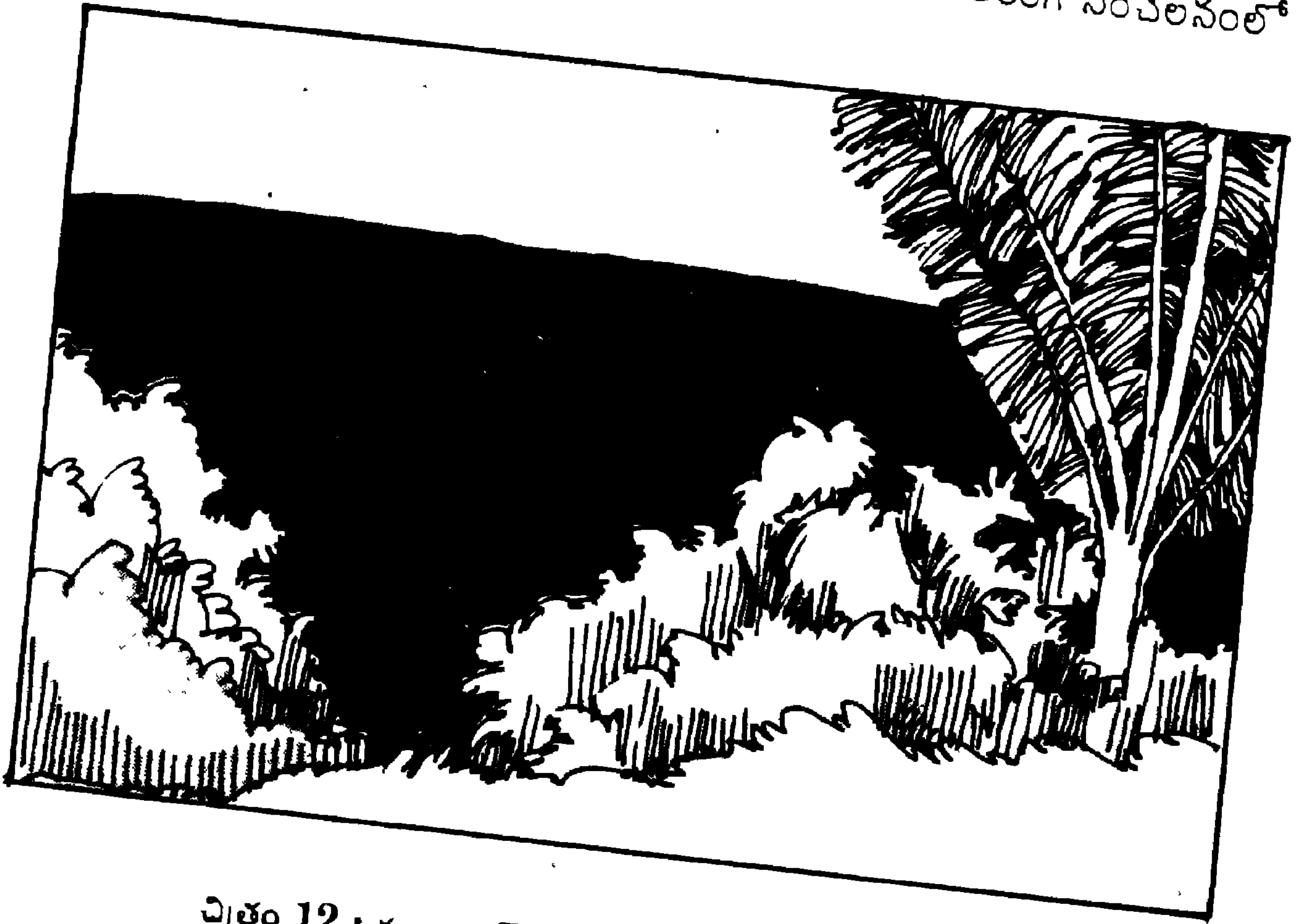
తరంగాలకు సంబంధించిన అనేక సిద్ధాంతాలను చర్చించడానికి ఇక్కడి స్థలం చాలదు. వాటిని గురించి కొన్ని ప్రధాన వాస్తవాలను మాత్రం పరిశీలిద్దాం. వాయువు ప్రసారాల వల్ల తరంగోత్పత్తి జరుగుతుంది. ప్రవాహాల్లాగా అవి నీటి రవాణా సాధనాలు కావు. తరంగమంటే కేవలం నీటి డోలాయమాన చలనం. వరి పొలం మీద చిరు గాలులు వీచినప్పుడు అలా వీస్తున్నంతసేపూ వరి మొక్కలు వాలుతూ లేస్తూ అలల్లాగానే కదలాడుతాయి.

అదేవిధంగా వాయుప్రసారం వల్ల జలరాశి కూడా తరంగిత చలనం పొందుతుంది. అంటే జలకణాలు పైకిలేచి ముందుకు సాగుతాయి; వాలి వెనక్కు జారిపోతాయి. వరి కంకుల్లాగా జలకణాలు మూలానికి అతుక్కొని ఉండనివీ అని బద్ధాలూ కాబట్టి అవి తమ తరంగిత చలనంలో వర్తులపథంలో పయనిస్తాయి.

మృదువుగా డోలాయమానంగా భౌతికాభ్యంతరాలు లేని కారణంగా ఈ రకం అలలు ప్రయాణించడాన్ని మహాసముద్ర మధ్యంలో చూడగలం. అయితే తీరాల వద్ద, ద్వీపాల వద్ద, చివరికి నౌకల పక్కన జలకణాల వర్తుల పథాలు అడ్డంకులకు గురై విరిగి పాల నురుగు కప్పిన చిరుతరంగాలై పోతాయి. తరంగాలు విరిగిపోవటాన్ని సులభంగా వివరించవచ్చు. తరంగంలో నాలుగు భాగాలుంటాయి : శిఖరం, ద్రోణి, తరంగం ఎత్తు, తరంగ దైర్ఘ్యమని. నీళ్లు పైకి లేచే పూర్తి ఎత్తును శిఖరమంటారు. అవి పడిపోయినప్పటి పూర్తి లోతును ద్రోణి అంటారు. శిఖర ద్రోణుల మధ్య నిటారుగా ఉన్న ఎత్తు తరంగం ఎత్తు అంటారు. వరసలో ఉన్న రెండు తరంగ శిఖరాల మధ్య దూరాన్ని తరంగదైర్ఘ్యమంటారు. ఏ అడ్డూ లేకుండా తరంగద్రోణీ శిఖరాలు రెండూ ముందుకు సాగగలిగినప్పుడు తరంగాలు మృదువుగా డోలాయమానంగా కనిపిస్తాయి. అయితే తీరప్రాంతాల్లోనూ, జలగర్భంలోని శిలలవంటి భౌతికావరోధాలు తటస్థపడినప్పుడూ ద్రోణులు అడుగున ఉన్న వస్తువులతో ఢీకొట్టి కదలుతున్న జలకణాల వర్తులాకార కక్ష్యలను భగ్నం చేస్తాయి. ఫలితంగా ముందుకు సాగుతున్న తరంగ శిఖరాలు జారిపడి జలకణాల డోలాయమాన చలనాన్ని స్తంభింపజేస్తాయి. విరిగిపడిన భగ్నతరంగాలు ఎంతో గతిజశక్తిని విడుదల చేస్తాయి. తరంగాన్ని ముందుకు నెట్టే వాయుశక్తి బలంగా స్థిమితంగా ఉన్నప్పుడు గతిజశక్తి చెప్పుకోతగినంత ఎక్కువగా ఉంటుంది. మామూలు గాలిలో అలలు రెండునుంచి అయిదు మీటర్ల ఎత్తుకు లేవటం పరిపాటి కానీ కల్లోల సముద్రాల్లో 10 నుంచి 12 మీటర్ల పెత్తుకు పెరగవచ్చు – అంటే నాలుగంతస్తుల భవనమంత ఎత్తన్నమాట. అయితే 30 మీటర్ల ఎత్తున్న అలలను చూసినవాళ్లున్నారు–సముద్రాలు నిర్మించే ఆకాశహర్మ్యాలను.

అంతర్జల సంక్షోభాలు

వాయుచోదిత రంగాలు ఉపరితల దృగ్విషయాలు. లోతు పెరిగేకొద్దీ అవి త్వరత్వరగా తగ్గిపోతాయి. అంటే అత్యంత సంక్షుభిత సముద్రాల కింది నిశ్చల జలాల్లో కూడా జలాంతర్గాములు ప్రయాణించవచ్చు. అయితే ఎప్పుడయినా సముద్ర గర్భంలోని అగ్ని పర్వతాలు పేలినందువల్లనో భూమి కంపించినందువల్లనో భూపాతాలవల్లనో అటువంటి ఇతర కారణాల వల్ల తరంగాలు జనించవచ్చు. అలాంటివి అకస్మాత్తుగా జరిగినప్పుడు తరంగ శ్రేణులు పుట్టి అన్నివైపులా వ్యాపించవచ్చు. భూకంప సంక్షోభం బలవత్తరంగా ఉన్నప్పుడు తత్ఫలితంగా ఉద్భవమైన తరంగాలు విధ్వంసం తెచ్చిపెట్టవచ్చు. వేలాతరంగాల, లేదా సునామీల రూపంలో. వేలాతరంగం బద్ధలైనప్పుడు విడుదలయ్యే విధ్వంసక శక్తి పరిమాణం అపారం. వేలాతరంగ సంచలనంలో ·



చిత్రం **12 :** హవాయిన్ దీవులను ఎదుర్కొంటున్న ట్సునామీ

సముద్రం పొంగినప్పుడు. తనదారికి అడ్డువచ్చిన సమస్తాన్నీ ఊడ్చిపెడుతుంది. 1964 లో మన్నారు సింధుశాఖలో వచ్చిన వేలాతరంగం మండపం తీరంలోని సుప్రఖ్యాత సముద్ర వారధిని తుడిచిపెట్టి రామేశ్వరం ద్వీపాన్ని

భారతభూభాగంలోని పాంబన్ని వేరుపరచింది. వంతెనతోబాట దానిమీద (వందలమంది ప్రయాణీకులతో) ప్రయాణిస్తున్న రైలుబండి కొట్టుకపోయింది. వేలాతరంగం ధ్వంసం చేసే మానవ వస్తు సంపద అపారం. ఈ తరంగాలు చాలా చాలా దూరాలు ప్రయాణించగలవు. 1755 నాటి స్పానిష్ భూకంపం సృష్టించిన తరంగాలు అట్లాంటిక్ మహాసముద్రానికి అడ్డంగా ప్రయాణించి వెస్ట్ ఇండీస్ ద్వీపాలకు 4 మీటర్ల ఎత్తయిన వేలాతరంగంగా చేరింది. ఇటీవల హవాయీ తీరాన్ని తాకి చాలామందిని చంపి, ఆస్తిపాస్తులకు లెక్కలేనంత నష్టం కలిగించిన సునామీ అక్కడికి 3,200 కిలోమీటర్ల దూరంలోని అల్యూటియన్ ప్రాంతంలో సముద్రగర్భంలో పుట్టిన భూకంప ఫలితం అసంసిద్ధంగా వున్న హవాయి తీరాన్ని వేలాతరంగాలు ప్రచండంగా తాకేదాకా, ఆ తరంగాల మార్గంలోనే సముద్రం మీద ప్రయాణిస్తున్న నౌకలకు ఈ అసాధారణ పరిస్థితి సూచనప్రాయంగా నయినా తెలియలేదు.

అయితే సముద్ర స్నానాల చేసేవారికీ, చిరుతరంగాల మీద స్వారీచేసేవారికీ తరంగాలు ఆమోద ప్రమోదకారకాలే. మామూలు ఋతువుల్లో స్త్రీ పురుషులు సముద్ర తీర విహార స్థలాలకు పరుగులు తీసి చిరుతరంగాల మీద సవారీ చేసి ఆనందిస్తారు. భగ్నతరంగాలుండే తావులకు కొద్దిదూరాలవరకు వాళ్లను తరంగాలు ఊపుతూ క్రమబద్ధ డోలాయమాన చలనాలతో అలరిస్తాయి. శాంత తరంగాల మీది సవారీ ఆనందపారవశ్యం కలిగించే అనుభవం. సముద్రాల అవిశ్రాంతత్వాన్ని అనుభవించాలంటే తరంగాలమీద సవారీ చేయటమే బహుశా ఆచరణీయ మార్గం. అయితే అందుకు సమయాన్నీ స్థలాన్నీ జాగ్రత్తగా ఎంపిక చేసుకోవలసి వుంటుంది.

ప్రసరణ ఒక సంక్లిష్ట దృగ్విషయం

మహా సముద్ర ప్రసరణ సంక్లిష్టం. ఇప్పటికీ అది పూర్తిగా అర్థం కాని విషయమే. ఇంతవరకూ వర్ణించిన రకరకా జలసంచనాలకు అదనంగా సముద్రగర్భంలో సుడిగుండాల రూపంలో ఉండే అసంఖ్యాక సంక్షోభాలను కూడా చేర్చాలి. మహాసముద్ర గతిశీలతను మరింత స్పష్టంగా తెలుసు

కొనేందుకు జరిపిన ఇటీవలి ప్రయత్నాలు రెండిటి నిక్కడ ప్రస్తావించాలి మోడ్, పాలీమోడ్ అనే సంకేతనామాలు కలవని. మోడ్ (MODE - Mid Ocean Dynamics Experiment) - మహాసముద్ర మధ్య గతిశీలతా ప్రయోగం) అనేదాన్ని బ్రిటిష్, అమెరికన్ శాస్త్రజ్ఞులు 1973 లో నిర్వహించారు. అందులో ఆరు నౌకలతో రెండు విమానాలతో 15 సంస్థల నుంచి వచ్చిన పరిశోధకులు పాల్గొన్నారు. సోవియట్ పాలిగాన్ (Polygon అంటే రష్యన్ భాషలో "నిరూపణస్థల" మని అర్థం) ప్రయోగాలు 1970 లో జరిగాయి. తరువాత ఈ రెండు కార్యక్రమాలనూ పాలీమోడ్ (POLYMODE) పేరిట కలిపి, రెండు అగ్రరాజ్యాల మధ్యా అత్యంత సహాయసహకారాలు నెలకొల్పిన మీద ఫ్రాన్స్, బ్రిటన్, పశ్చిమ జర్మనీ, కెనడాలు కూడా వచ్చిచేరాయి. అయిదు సంవత్సరాల కాలంలో అనేక ఉత్తర అట్లాంటిక్ ప్రాంతాల్లో ప్రసరణ పద్ధతులను పరిశీలించడానికి స్థూలమైన సైద్ధాంతిక కార్యక్రమాన్ని రూపొందించి అనేక ముఖ్య ప్రయోగాలు నిర్వహించటం పాలీమోడ్ లక్ష్యాల్లో ఉన్నాయి. మహాసముద్ర ప్రసరణలో ప్రపంచ వ్యాప్తంగా సముద్రగర్భంలోని సుడిగుండాల పాత్ర - అవి చిన్నవైనా పెద్దవైనా - చాలా ముఖ్యమయిందని ఇటీవల గుర్తించారు.

ఆరో ప్రకరణం

సముద్రంలో జీవరాశి

భూమిమీది జీవరాశులకన్నా సముద్రంలో ఉన్నవి సంఖ్యాబలంలోనూ వైవిధ్యంలోనూ ఎంతో ఎక్కువ. వైశాల్యంలో సముద్రం అట్టడుగు నేల మన భూమికన్నా మూడింతలు పెద్దదని మనం గమనించాం. అదనంగా మహాసముద్రాల్లో అపరిమేయ ఘనపరిమాణం గల జలముంది. జీవసాంద్రత వేరువేరుగా కన్నా సముద్రంలో అన్నిచోట్లా సజీవ ప్రాణులున్నాయి - అట్టడుగున గాని దాని పైభాగాల్లో గాని. సముద్రంలో నిర్దిష్టకాలంలో ఉద్భవించే అపారజీవ పదార్థంతో పోలిస్తే భూమిమీద అదే సమయంలో పుట్టే జీవరాశుల పరిమాణం అల్పాల్పం. మహాసముద్రాల ఆహార భండారాన్ని సక్రమంగా వినియోగించుకోగలిగితే మానవజాతి తిండికి మొహం వాచే పరిస్థితి ఎప్పటికీ రాదు.

సముద్రజీవుల్లో అంతర్గత నిర్మాణంలోగాని నివాసపరిసరాలకు సంబంధించి గాని రకరకాల ప్రత్యేకతలు కనిపిస్తాయి. జీవనస్థలం జలమయమైనందువల్లా, దాని ప్రత్యేకతలు దానికున్నందువల్లా ఇలా ఉండకతప్పదు.

సముద్రం అట్టడుగున ప్రాణులకు ద్విమితీయ అస్తిత్వమే ఉంటుంది - మనకు లాగే. వాటిలో కొన్ని మాత్రం అప్పుడప్పుడు అడుగునేలను వదిలి తమ చుట్టూ వున్న నీటిలో స్వతంత్రంగా తిరుగుతుంటాయి. త్వరగానో ఆలస్యంగానో అవి తిరిగి అడుగున ఉన్న గూటికి చేరుకుంటాయి. ఈ విధమైన జీవనపద్ధతిని పక్షుల కీటకాల జీవన విధానాలతో (విమానాల్లోనూ ఇటీవల వ్యోమయానాల్లోనూ ఉపగ్రహాల్లోనూ ప్రయాణించి వచ్చే మానవుల జీవితాలతో) పోల్చవచ్చు. అప్పుడప్పుడు కొద్దిపాటి కాలం స్వస్థలం వదలి దూరతీరాలకు వెళ్లి తిరిగి నివాసస్థలం చేరటమన్నమాట. సముద్రం అట్టడుగు భాగం మీద పైనున్న జలరాశివల్ల కలిగే మహత్తర పీడనాన్నీ, ఆహారపదార్థాల ఆమ్లజని కొరతలనూ భరించవలసిన స్థితి వుంది. (నాలుగో ప్రకరణంలోని ఆమ్లజని వ్యాప్తి విషయాలను చదవండి). లోతైన నీటిలో కటిక చీకటి అదనం. అందువల్ల ఆహారసేకరణకు గాని జీవితభాగస్వామిని వెతుక్కోవటానికి గాని ప్రమాదకరమైన ప్రయత్నాలూ తపుడుకోవటాలూ తప్పవు. తీరస్థ జలాల్లో అలల తాకిడీ ఇతర సంచలనాలనూ జంతువృక్షాలకు ప్రాణాంతకంగా పరిణమించి అస్తవ్యస్త పరిస్థితిని కల్పిస్తాయి. విస్తృత జలరాశిలో జీవనం అంతకన్నా మెరుగేమీ కాదు. సముద్రగర్భ జీవనంలాగా, భూవాసంలాగా కాక అది త్రిమితీయ జీవనం. జంతువులు ముందు వెనకలనే కాక పైకి కిందికి కూడా కదలగలవు. రెండు మత్స్య బృందాల మధ్య కాలిబంతి పోటీని ఊహించండి. (దీన్ని రెక్కబంతి ఆట అని పిలిస్తే బాగుంటుందేమో). ఆటస్థలం చదునైన మైదానం కాదు - దీర్ఘచతురస్రాకారపు పెట్టె అనుకోండి. ఆ పెట్టె చివరి గోడల మధ్య అడ్డంగా చీలికలే గోలు అనుకోండి. ప్రేక్షకులు ఆ పెట్టెకున్న ఆరుతలాల దగ్గరా ఉండి విచిత్రమైన ఈ పోటీ తిలకించవచ్చు. వచ్చే నిజమైన ఇబ్బంది రిఫరీలకూ వారి అనుచరులకే; ఎందుకంటే తప్పుడు ఆట ఈ ఆరు తలాల్లో ఎటునుంచి అయినా జరగవచ్చు !

అయితే నీటిలోని జీవాలన్నీ ఈదలేవు. చాలాచాలా చేపలు, తిమింగిలాలు, తదితర అసంఖ్యాక అకశేరుకాలూ ఈదగలవు. అందువల్ల తమ కదలికలను అవి నియంత్రించుకోగలవు. కానీ చిన్న చిన్న జీవలు చాలా వరకూ, బాగా ఈదగల జీవాల పసికందులూ శక్తిమంతమైన జలసంచలనాల దయాధర్మాలమీదనే ఆధారపడి వుంటాయి. జలరాశి అవిరామసంచలనంలో

ఉంటుందనీ నీరు గాలి కన్నా సాంద్రతరమైన మాధ్యమనీ తెలుసుకొన్నాం. ఫలితంలో తనలో జీవించే ప్రాణులను నీరెప్పుడూ అన్ని వైపులకూ నెట్టివేస్తుంటుంది. ఈ సాధారణ ప్రవాహాలు ప్రాణులకు అననుకూల పరిసరాలకు నెట్టివేస్తే అవి నశిస్తాయి. లేదా అవి కొట్టుకొని పోయి వాటిని భక్షించటానికి సిద్ధంగా ఉన్న పెద్ద జంతువులకు అప్పనంగా అందించవచ్చు. లేదా అదృష్టవశాత్తూ పుష్టిగా పెరగటానికి పునరుత్పత్తి చేయటానికి అనుకూల ప్రాంతాలకే చేరవచ్చు. వాటి చర్యలు కాక పరిసరాలే వాటి ప్రాప్తాప్రాప్తాలను నిర్ణయిస్తాయి !

తరుణకాలు, ప్లవకాలు, నితల జీవులు

సముద్రంలోని ప్రాణులు అక్కడి ప్రత్యేక భౌతిక రసాయన ధర్మాలనూ అవసరాలను పురస్కరించుకొని అపరిమితంగా మారిపోయాయన్నమాట. సముద్రం అట్టడుగు ప్రాంతంలోగాని ఆ చుట్టుపక్కలగాని నివసించే జంతువృక్షాలను నితలజీవులంటారు. త్రిమితీయ జలరాశిలో రెండు రకాల జీవాలను గుర్తించారు - ప్లవకాలు అని. నితలజీవులూ తరణకాలూ పోలికమీద పెద్దవనీ చెప్పవచ్చు. అందువల్ల అవి సులభంగా మనకు దృష్టికి వస్తాయి. కానీ సముద్ర జీవుల్లోని అత్యధిక భాగం ప్లవక వర్గానికి చెందినవే. చిన్న చిన్న అగణనీయ జంతువృక్ష దృష్టికి వస్తాయి. కానీ సముద్ర జీవుల్లోని అత్యధిక భాగం ప్లవక వర్గానికి చెందినవే. చిన్న చిన్న అగణనీయ జంతు వృక్ష జాతులు తేలాడుతూ ఈ వర్గంలో చేరుతాయి. "నితల జీవులకూ తరణకాలకూ ప్లవకాలకూ మధ్య స్పష్టమైన భేదం అంతగా కనిపించనప్పటికీ ..... కనీసం ఈపాటి భేదాన్ని గుర్తించవచ్చు : నిరంతరాహార సంపాదన శ్వాసక్రియలకు నిమిత్తం నీటిమీదనే ఆధారపడి నిశ్చలస్థానాల్లో ఉండే జంతువులకు సముద్ర ప్రవాహాలు ఒక విధంగా తోడ్పడితే హుషారుగా ఈదుకపోతూ చలనశీల జలంతో తాను చలించగలవాటికి మరోవిధంగా తోడ్పడుతున్నాయి. ఇవి నిస్సహాయంగా నిరపేక్షంగా ఒక చోటినుంచి మరోచోటికి కొట్టుకొనిపోయే ప్రవాహితాలకు ఇంకోవిధంగా తోడ్పడుతున్నాయి." (కోకర్, పూర్వోక్తం, పేజీ 180)

ఇప్పుడు మరికొంత విపులంగా సముద్రజీవుల నివాసస్థలాలను గురించి పరీక్షించవచ్చు. భూమిమీద లాగానే సముద్రంలోకూడా జీవపదార్థోత్పత్తికి ప్రాథమికాధారాలు మొక్కలే. అవి సూర్యరశ్మి సహాయంతో నీటిలో కరిగి వున్న కార్బన్‌డయాక్సైడును కార్బోహైడ్రేట్స్‌గా మారుస్తాయి. మహాసముద్ర జంతుజాలమంతా ఈ వృక్ష సంపదమీదనే ఆధారపడి వుంది. అయితే సముద్రంలో వృక్షజాతి పెరుగుదల, అభివృద్ధి అనేవి నీటి ఉపరితల స్తరానికి దిగువన 200 మీటర్ల లోతుకు మాత్రమే పరిమితం. సాధారణంగా సూర్యరశ్మి ఇంతకన్నా లోతుకు చొచ్చుకపోలేదు. అంటే ఖండతీరాం చలాల్లో మాత్రమే మొక్కలు సముద్రం అడుగున పెరగగలవని అర్థం (చూ. రెండో ప్రకరణం). భూమి మీది పాదల్లాగా ఊర్ధ్వ వ్యవస్థా మూల వ్యవస్థా ఉన్న శైవలాలు ఈ ప్రాంతంలో సమృద్ధిగా పెరుగుతాయి. కానీ సువిశాల మహాసముద్రాల్లోని కాంతియుత మండలంలో ఖండతీరాంచలాలు చాలా కొద్ది భాగం మాత్రమే. అందువల్ల మహాసముద్రాల్లోని మరోచోట మాత్రమే నిజమైన వృక్ష సంపదకోసం చూడాలి – అది వివృతజలరాశి అన్నమాట. ఇక్కడ వృక్ష ప్లవకాలు మాత్రమే జీవించగలవనేది స్పష్టం. సరిగ్గా అదే ప్రకృతి సాధించగలిగింది. వివృత జలరాశిలో అనంత సంఖ్యాకమైన సూక్ష్మ ఏకకణ వృక్షజాతులు బహుళంగా ఇక్కడ నివసిస్తుంటాయి. కాంతియుత మండలంలో అవి సర్వసమృద్ధిగా ఉన్నాయి. అర్ధకాంతి మండలంలో కూడా అవి జీవించగలవు. వృక్ష ప్లవకాల అభివృద్ధి అత్యంత విస్మయకర త్వరలో జరుగుతుంది.

నితల సముద్ర మధ్య మండలాలు

ద్విమితీయమైన సముద్రం అట్టడుగు ప్రాంతాన్ని నితలమండలమనీ, దానిపైనుండే త్రిమితీయ జలరాశిని సముద్ర మధ్య మండలమనీ పిలుస్తారు. ఇంతకుముందే మనం గుర్తించినట్లు తరణక ప్లవకాలు రెండూ సముద్ర మధ్య మండలంలో నివసిస్తుంటే, నితల జీవులు నితలంలోనే నివసిస్తున్నాయి. వాటివాటి ప్రత్యేక జీవావరణ పరిస్థితులను బట్టి ఈ రెండు మండలాలను, లేదా ప్రాంతాలను, మరింత స్పష్టంగా నిర్దేశించిన చిన్న భాగాలుగా పునర్విభజిస్తారు. ఆయా విభాగాలను గురించిన వివరాల్లోకి పోనక్కరలేదు

మనం. ఆయా ప్రాంతాల స్వభావాలను ప్రధానంగా నిర్ణయించేది కాంతి చొచ్చుకపోవటం, ఆ లక్షణంతో ముడిపడిన జీవావరణ ధర్మాలూ అనేవే. ఇంతకుముందే 3 వ ప్రకరణంలో సముద్రంలో 200 మీటర్ల లోతుకు మాత్రమే కాంతి చొచ్చుక పోగలదని స్పష్టీకరించాం. వెలుతురు అంతో ఇంతో సోకే నితల ప్రాంతాన్ని కాంతనితల మండలమంటారు. ఖండాల ద్వీపాల సువిశాల తీరాలకు ఇది సరిహద్దు. ఈ మండలాన్ని వేలాంతర, వేలాంతర్గత, ఉపకాంతనితల ప్రాంతాలని మూడుగా విభజిస్తారు. వేలాంతర ప్రాంతమనేది భూసముద్రాల మధ్యనున్న నిర్మానుష్య ప్రాంతం ఇది పోటులో పూర్తిగా మునిగి, పాటులో పూర్తిగా తేలే ప్రదేశం. వేలాంతర్గత ప్రాంతం దానిపేరే సూచించినట్లు నిజమైన కాంతనితల ప్రాంతం. దానిని కిందిది ఉపకాంతనితల ప్రాంతం. ఈ చివర పేర్కొన్నది సముద్ర గర్భంలోని సూర్యరశ్మి సోకే చిట్టచివరి భాగమని చెప్పవచ్చు. కాంత ప్రదేశానికి కింద అగాధ ప్రాయనితల అగాధనితల మండలాలున్నాయి. అగాధప్రాయనితలం దాదాపు 1000 మీటర్ల లోతుదాకా ఉంటుంది. దానిమీద భూప్రభావం ఏ కొద్దిగానో ఉంటుంది. అగాధ నితల మనేది కారుచీకటి మండలం. అక్కడి తాపమానం చాలా తక్కువ. ఎందుకూ పనికిరాని ఈ అట్టడుగు నేలమీద ఋతువుల మార్పుగాని, బహిఃప్రభావాలుగాని ఏమీ ఉండవు. (చూ.చిత్ర 5, పేజీ 36.)

సముద్ర మధ్య ప్రాంతాన్ని అగభీర, మహాసముద్ర మండలాలని విభజిస్తారు. అగభీర మండలంలో భూఖండ ప్రభావానికి లోబడిన వివృత జలరాశితో బాటు 200 మీటర్ల లోతు లోపలి వివృత జలాలన్నీ చేరుతాయి. మహాసముద్ర మండలం నిజంగా ఆ పేరుతో పిలవదగిన మిగిలిన జలరాశులు చేరుతాయి. మహాసముద్ర మండలం ఒక్కోచోట ఒక్కోవిధమైన లోతుగలది. ఈ బ్రహ్మాండమైన జలరాశిని నిట్టనిలువుగా ఒకదానికింద మరొకటిగా నాలుగు ఉపమండలాలుగా పునర్విభజిస్తారు. అధిమధ్య, నిజమధ్య, గభీరమధ్య, అగాధమధ్య ఉపమండలాలని. అన్నిటికన్నా పైనున్న, తక్కిన వాటితో పోలిస్తే పలచనైన అధిమధ్యోపమండలం కాంతియుతమై వృక్ష ప్లవకోత్పత్తి సమృద్ధంగా ఉండే ప్రాంతం. వెలుతురు నుంచి చీకటికి మారే మసక వెలుతురు ప్రాంతాన్ని నిజమధ్యోప మండలమంటారు. గభీర మధ్యోప

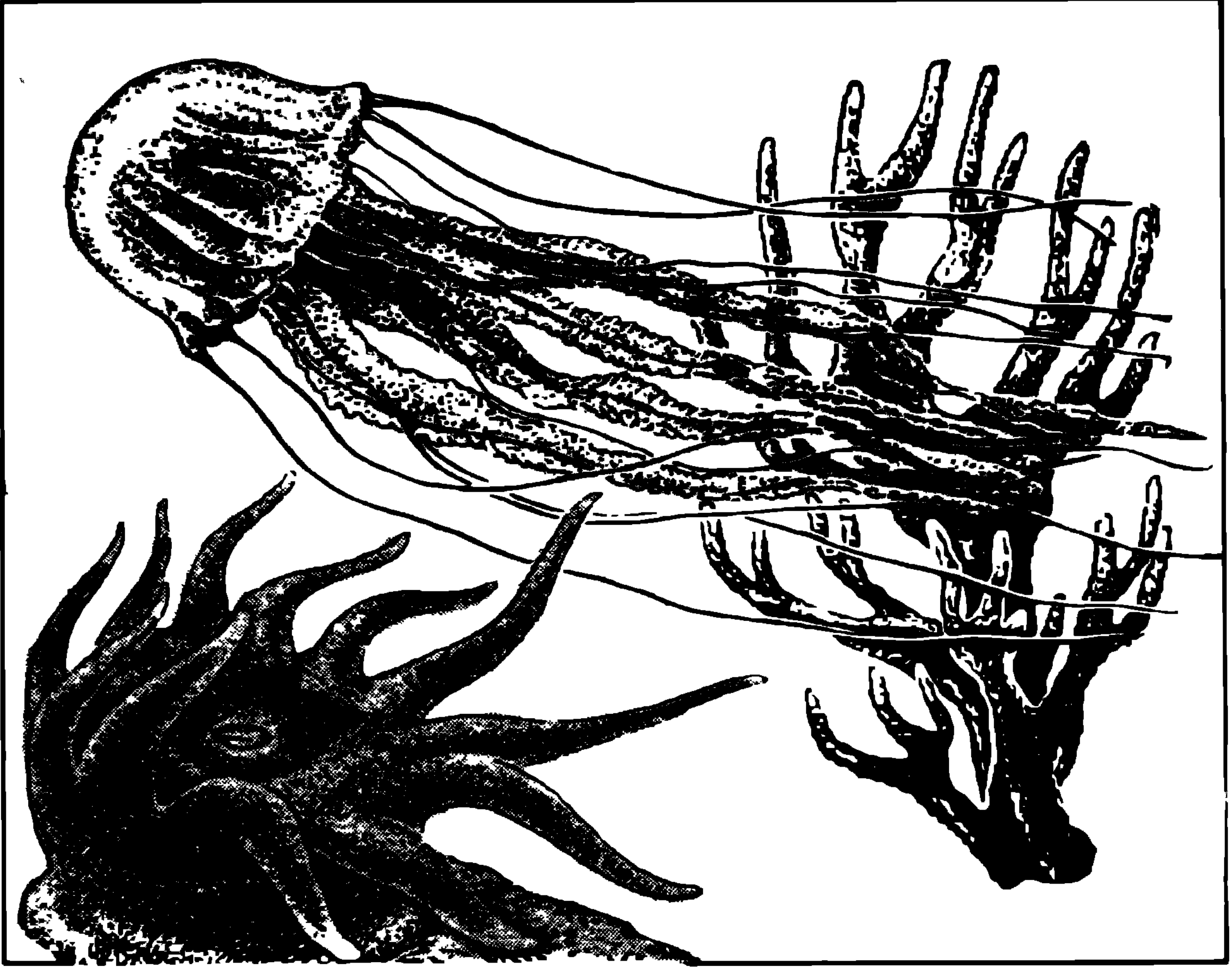
మండలం సూర్యకాంతి ఎన్నటికీ చొరలేని అత్యంత ఘనపరిమాణం గల తావేగాని అక్కడ చెప్పుకోతగ్గంత జలసంచలనం కనిపిస్తుంది. చిట్టచివరికి 2000 మీటర్ల కన్నా ఎక్కువ లోతుగలది అగాధ సముద్రమధ్యం. అది చీకటిగా, శీతలంగా, నిశ్శబ్దంగా, అజ్ఞాతంగా ఉన్న జలప్రపంచం. దానికి బయటి భూప్రపంచంతో గాని సూర్యుడితో గాని సంబంధం లేనిదానితో సమానం.

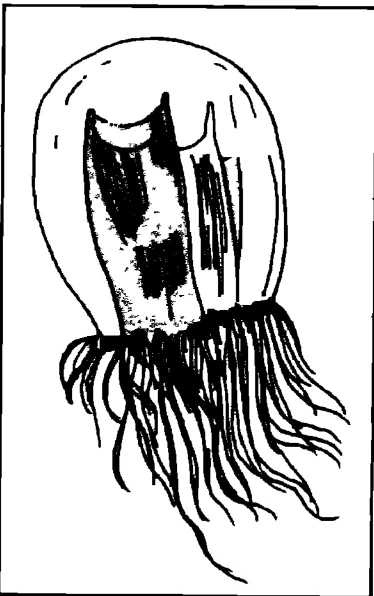
ప్లవకాలు

ప్లవకాలనే జీవులను జంతు, వృక్ష ప్లవకాలని రెండుగా విభజించవచ్చు. జంతుప్లవకాలు వృక్ష ప్లవకాలను తిని బతుకుతాయి. వృక్షప్లవకాలు వెలుతురున్న పైమండలాలకే పరిమితం. కానీ జంతుప్లవకాలు చాలా లోతున కూడా ఉన్నాయి. వాటి ఆహారం కూడా గురుత్వాకర్షణ శక్తి వల్ల నిరంతరాయంగా కిందికి జారే వృక్షప్లవకాలే. మహత్తరమైన విపృత జలావరణ వ్యవస్థకు అనుగుణంగా ఈ రెండు రకాలు తమను మలుచుకున్నాయి. ఈ ప్లవన జీవుల ప్రధాన జీవన సమస్య ఎప్పుడూ తేలుతూ గురుత్వాకర్షణ శక్తికి బలికాకుండా చూసుకోవటమే. జీవిస్తున్న ప్రతి ప్రాణీ చుట్టుపక్కల వున్న నీటికన్నా సాంద్రతరమైనదే. అందువల్ల అప్పుడో మరి ఎప్పుడో గురుత్వాకర్షణకు గురి అయి కిందకు జారిపోవటమనేది సహజ పరిమాణం. ఈ ప్రమాదం నుంచి తప్పించుకోవటానికి ప్లవన జీవులన్నీ విస్తృతాను కూలనాలను అభివృద్ధి పరుచుకుంటాయి. వీటిలో అత్యధిక సంఖ్యాకమైనవి శరీర పరిమాణం తగ్గించుకొని ఉత్ప్లవనతను సాధించాయి. ఇందుకు మరో మార్గంగా మొత్తం బరువుకు సరిపడే సువిశాలమైన శరీరతలాన్ని విస్తరించుకోవటం. గ్లైడర్లనూ పారాచూట్లను నిర్మించటంలో మానవుడు ఇదే సూత్రాన్ని పాటించాడు.

శరీర పరిమాణం మీద ఆధారపడి ప్లవకాలను సాధారణంగా నాలుగు విధాలుగా వర్గీకరిస్తారు. (1) స్థూలప్లవకాలు - వీటిలో తేలాడే పెద్దరూపాల ప్లవక వృక్షాలు (కలుపు మొక్కలు), జంతువులు (శ్లేషి వంటి చేపలు (చిత్రం 13), చేప గుడ్లు, డింభకాలు, కంకాభాలు, కంచుకితాలు, మొదలైనవి)

చేరుతాయి. ఇవి మామూలు కంటిచూపుకు కనిపించటమే గాక మామూలు వలల్లో చిక్కుకుంటాయికూడా. (2) సూక్ష్మప్లవకాలు–వీటిలో డయాటమ్లు, కశాభాలు, కోపెపాడ్లు, ఆవిధేయి జంతువుల డింభకాలు, మొదలైనవి చేరుతాయి. వీటిని ఆర్గండీ గుడ్డతో గాని, చిక్కగా నేసిన సిల్కుగుడ్డతో గాని తయారుచేసిన ప్లవకజాలం (plankton net) తో పట్టుకోవచ్చు.





చిత్రం 13 : ప్రవాహానికి కొట్టుకొని వచ్చి టెంటకిల్స్‌తో ఉన్న జెల్లీ చేప

(3) వామనప్లవకాలు - వీటిలో కాకోవిథోఫోర్లు, నానావిధాల పర్ప్యటీడింభకాలు మొదలైనవి చేరుతాయి. ఇవి ప్లవక జాలాలకు కూడా పట్టుబడవు కాని నీటి నమూనాలను అపకేంద్రీకరించటం ద్వారా పట్టుకోవచ్చు. (4) అతి సూక్ష్మ ప్లవకాలు - ఇవి సముద్రంలో లభించే జీవరాశు లన్నిటిలోనూ చిన్నవి. బాక్టీరియములు, సూక్ష్మాండాలు, డింభకాలు వగైరా వీటిలో చేరుతాయి. నీటిని అపకేంద్రీకరించి కూడా వీటిని సేకరించటం కష్టం. ఈ విధమైన వర్గీకరణం సౌలభ్యం కోసం చేసేది మాత్రమే. ఇది వర్గీకరణ శాస్త్రంలో (systematics) ప్రధానం కాదు.

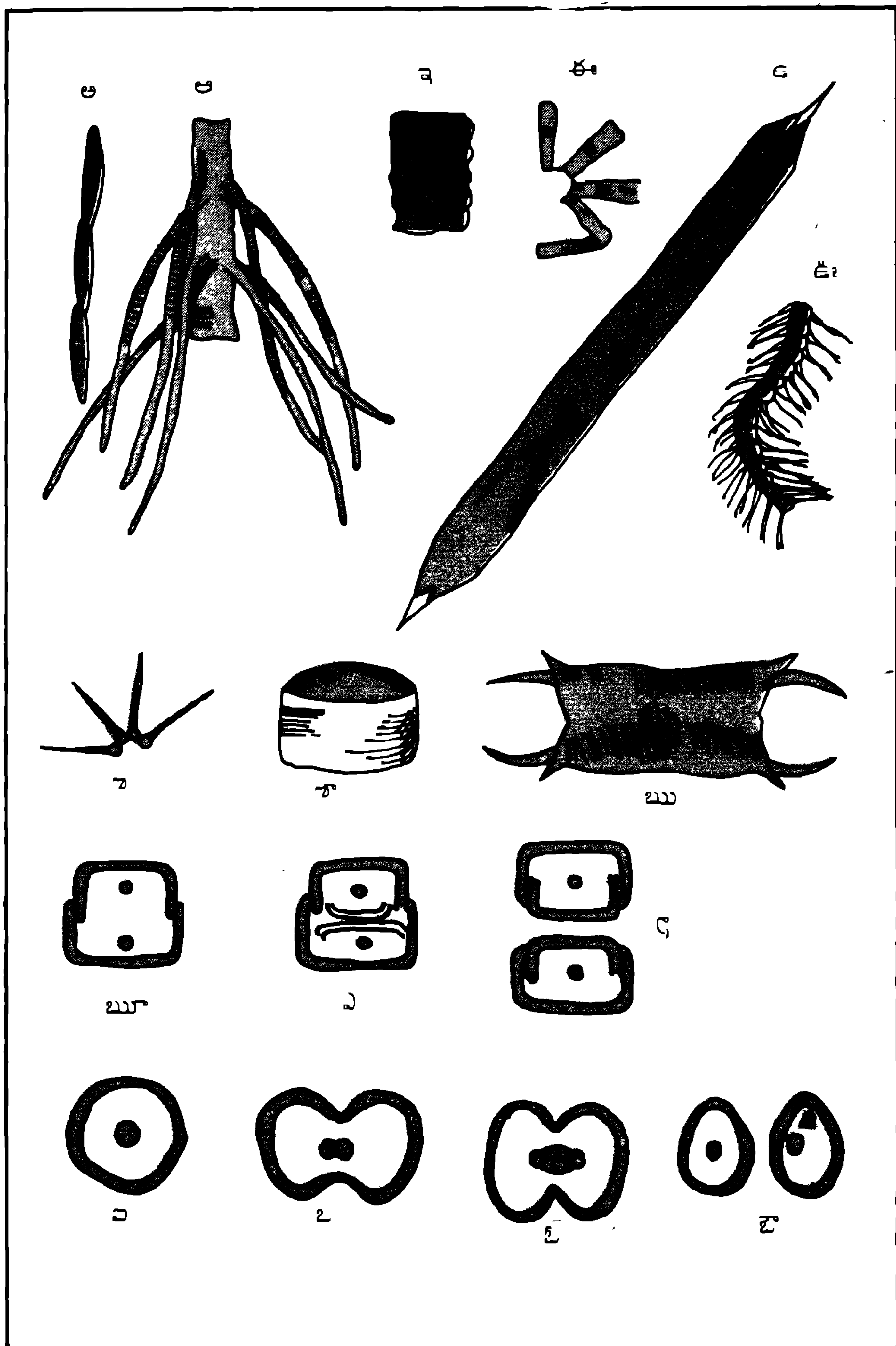
తాపాన్నీ లవణీయత మొదలైనవాటిని సహించటం మీద ఆధారపడి కూడా ప్లవకాలను వర్గీకరిస్తారు. మహాసముద్రాల్లోని విభిన్నప్రాంతాల్లో స్తరాల్లో లవణీయత, తాపక్రమం, తదితర భౌతిక పరామితులకు సంబంధించి తరుచుగా గొప్ప వైవిధ్యం గోచరిస్తుంది. కొన్ని జంతువులు (వృక్షాలు కూడా) జీవక్రియ అస్తవ్యస్తం కాకుండా లేదా చావకుండానే ఇటువంటి వైవిధ్యాలను సహించగలవు. లవణీయతలో ఎంతో వైవిధ్యాన్ని ఓర్చుకోగల జంతువృక్షాలను *లవణీయతా సహాలనీ (euryhaline)*, అలా సహించలేని వాటిని *అలవణీయతా సహాలని (stenothermal)* పిలుస్తారు. అదేవిధంగా అత్యంత తాపభేదక్షమతగల జంతువృక్షాలను *తాపసహాలనీ (eurythermal)* అలాంటి క్షమతలేని వాటిని *తాపాసహాలనీ (stenothermal)* వ్యవహరిస్తారు. తీర పరిసరాల్లో లవణీయతా సహ, తాపసహ జీవాలుంటాయి, ఆ ప్రాంతాల్లోని తాపక్రమంలో, లవణీయతాదుల్లో చాలాపెద్ద వ్యత్యాసాలుంటాయి కాబట్టి. సముద్రప్లవకాల జీవనపద్ధతుల్లోని విశిష్ట లక్షణం పరిసరాల గతిశీల స్వభావం నుంచి ఏర్పడుతుంది. సముద్రప్లవకాలు సాధారణంగా చలనశీల స్థావరాల్లో నివసిస్తాయి. అవి రేవుల్లోని లయబద్ధ, పరావర్తనీయ, వేలా ప్రవాహాలైనా కావచ్చు; మహాసముద్రాల్లోని పురోగామి ప్రవాహాలు గాని, చలితద్రవ్యాలు గాని సుడిగుండాలు కాని కావచ్చు. వాటి సమీప స్థావర పరిసరాలను నిర్ణీత భౌగోళిక స్థానం లేదు. రకరకాల జాతులు తేలుతూ పోతుంటాయి కానీ తమ భౌగోళిక వ్యాప్తిమీద వాటికి అదుపు లేదు." (కోకర్, పేజీ 216) మరోవిధంగా చెప్పాలంటే సముద్రాల్లోని అసంఖ్యాత ప్రమాదాల నుంచి తాపక్రమ,

లవణీయతా కాంతి పీడనాదుల వైవిధ్యాన్ని బాగా సహింపగల ప్లవకజాతులకు మాత్రమే తప్పించుకొని బతకగల సామర్థ్యముంటుందని చెప్పవచ్చు.

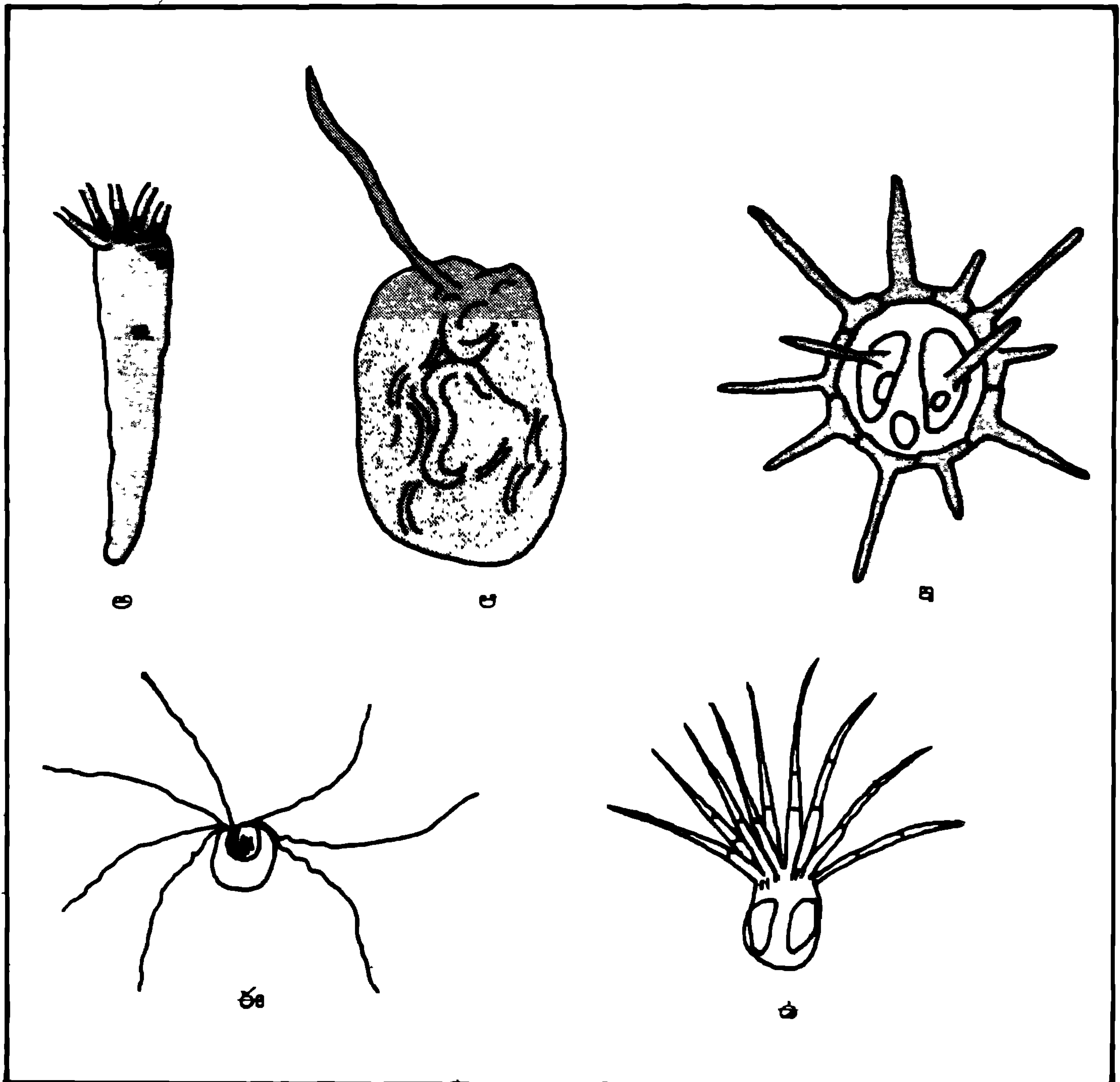
వృక్ష ప్లవకాలు

సముద్రంలోని ఏ భాగం నుంచయినా ఒక గ్లాసెడు నీళ్లు తీసుకొని వెలుతురుకు ఎదురుగా పెట్టి చూడండి. కొంచెం జాగ్రత్తగా చూస్తే నీటిలో నాట్యమాడుతున్న కణాలెన్నో వున్నాయని గమనిస్తారు. అవి చిన్ని చెట్లూ జంతువులూ. ఆనాటి గ్లాసును ఒకటి రెండు రోజులు అలాగే ఉంచి పైనీటిని వడపోయండి. అప్పటికీ అడుగున సన్నరేణువుల పలచని పొర కనిపిస్తుంది. దీన్ని సూక్ష్మదర్శిని సహాయంతో పరీక్షిస్తే అనేక జంతువృక్ష ప్లవకాలు కనిపిస్తాయి. ఈ గ్లాసెడు నీరు సముద్రజలానికి ప్రతినిధి. అన్ని సముద్రాల్లోనూ తేలాడే జంతువృక్షాలు సర్వాంతర్యాములు – ఉపరితలం నుంచి కనీసం 1,000 మీటర్ల లోతు దాకా. అయితే వాటి సాంద్రతలో చాలా వైవిధ్యముంటుంది.

వృక్షప్లవకాలు ప్రధానంగా రెండు వర్గాలకు చెందినవి – డయాటమ్స్ (చిత్రం 14), కశాభాలు (చిత్రం 15) అని. డయాటమ్సనేవి చిన్ని గుండ్రని పెట్టెల్లాంటివి. ఈదటానికి పనికివచ్చే వెంట్రుకలాంటి కశాలు రెండో అంతకు ఎక్కువో ఉన్న గోళాకారపు సంచిలాంటివి కశాభాలు. ఈ రెండు ఏకకణకశైవలాలే. అవి కేవలం విభజన ద్వారా తమ సంఖ్య పెంచుకుంటాయి. అనుకూల పరిస్థితుల్లో ఒకటి రెండు గంటల్లోనే పరిణతి కలుగుతుంది. ఆ విధంగా సంఖ్యాబల విస్తరణ శక్తి అపరిమితమవుతుంది. తేలే సామర్థ్యాన్ని పెంచటానికి రకరకాల రూపాంతరాలు అభివృద్ధి అయాయి. బూరా సూది, కేశరూపక బాహ్యవృద్ధి, రిబ్బన్, కొమ్ముల వంటి నిర్మాణాలు వీటిలో భాగం. తరచుగా వాటి సూక్ష్మ శరీరాల్లో చమురు బిందువులుండి సాంద్రతను తగ్గిస్తాయి. అది ప్రధానంగా ఏకకణ నిర్మాణాలే గాని అనేక జాతుల్లో వ్యష్టి జీవాలు అనేకం సహవాసాల్లో వదులుగా కలిసివుండి ఉపరితల శరీరభార నిష్పత్తిని పెంచుతుంటాయి. డయాటమ్‌లలో కశాభాల్లో వేలకొద్దీ జాతులను గుర్తించారు. మామూలు చూపుకు కనిపించనప్పటికీ, ఈ రెండూ సముద్రంలోని జీవద్రవ్య ప్రాథమిక నిర్మాతలవుతున్నాయి. మహాసముద్ర జంతుసంపద మొత్తానికి ఇవే ప్రాథమికాహార పదార్థంగా భాసిస్తున్నాయి.



చిత్రం 14 : డయాటం రకాలు (అ-ఌ) మరియు నమూనా డయాటం పునరుత్పత్తి దశలు (ౡ-ఔ)



చిత్రం 15 : రకరకాల కశాభాలు

సులభంగా విచ్చిత్తి పొందని సిలికామయమైన బాహ్యకళేబరం కలిగిన డయాటమ్‌లు ఇతర వృక్ష ప్లవక జాతులకు భిన్నంగా ఉంటాయి. అవి సహజమరణం పొందినప్పుడు పై గుల్లలు సముద్రం అడుక్కు జారిపోయి అడుగు నిక్షేపాల్లో ప్రధాన భాగాలవుతాయి. ఇవి వేడి సముద్రాల్లో ముఖ్యంగా జరుగుతుంది. ఈ నిక్షేపాలను డయాటమేసియస్ ఊజ్ అని పిలుస్తారు. కొన్నివందల మీటర్ల మందంలో ఇవి తరుచుగా కనిపిస్తాయి. వాటి పునరుత్పత్తి వేగం అనుకూల పరిస్థితుల్లో ఆశ్చర్యకరం. ఒక్కనెలలో ఏకైక డయాటం 100 మిలియన్ల వారసులను పొందగలదు. అయితే వీటిని

నిర్దాక్షిణ్యంగా కబళించే జంతుప్లవకాలు వీటి సంఖ్యాబలాన్ని బాగా అదుపులో ఉంచుతుంటాయి. "తీరం నుంచి తీరందాకా అట్టడుగు నుంచి ఉపరితలం దాకా ఉన్న మహాసముద్రాల ఘనపరిమాణం మొత్తం జంతునివాస స్థలం అయినప్పటికీ, జంతువులే 'అనుభోగి సమితి' అయినా, ప్రాథమికోత్పత్తి కిరణజన్య సంయోగక్రియ ద్వారా పైనున్న కాంతియుత మండలంలోనే సాధ్యపడుచున్నది. చాలా పలచని స్తరంలోని సూక్ష్మవృక్షాలే తమ స్థాయిలోని ఆ జంతు సంపదనే గాక, కిందనున్న మరింత విశాలమైన చీకటిజలరాశిలో బతికే అలంటాక, అవస్కరక జీవాలను కూడా పోషించవలసి వుంది. సంఖ్యాధిక్యాన్ని శరీర పరిమాణాన్నీ అతిగా పెంచటం వల్ల గాక, త్వరత్వరగా పునరుత్పత్తి చేయటం ద్వారా రోజు రోజూ గంటగంటకూ తగ్గిపోతున్నవాటిని నిరంతరాయంగా నష్టపూర్తి చేస్తున్నందువల్ల ఇది సాధ్యమైనట్లే తోస్తుంది" (కోకర్, పేజీ 198). (జంతుప్లవకాల్లో సర్వసాధారణమైన) ఏకైక కోపెపాడ్ ఒక్కరోజులో లక్షాధికంగా డయాటంలను మింగేస్తున్నట్లు తెలుసుకున్నారు. కోపెపాడ్ల జీవితకాలం కొన్ని నెలలు మాత్రం. వ్యష్టిగా వాటి సంఖ్య వాటిలోని జాతుల సంఖ్య నిజానికి అగణనీయం ఒక్క కోపెపాడ్లే భక్షించే డయాటమ్ల అనంత సంఖ్యను ఊహించండి.

వృక్ష ప్లవకాల్లో తరువాతి పరిమాణాత్మక భాగం కశాభాలు. ఒకటిగాని ఆంతకుమించిన సంఖ్యలో గాని కశాభ నిర్మాణాలు జంతుప్లవకాల్లాగా కదలడానికి వీటికి తోడ్పడతాయి. కానీ కిరణజన్య సంయోగక్రియ కవసరమైన వర్ణకాల ఉనికి వాటి వృక్ష స్వభావాన్ని సులభంగా నిరూపిస్తుంది. చాలా గుంపుల కశాభాలున్నాయి. సముద్రార్థిక వ్యవస్థలో డయాటముల తరువాతి స్థానం. ఉష్ణమండలాల్లో ముఖ్యంగా, డైనోఫ్లాగెల్లేట్స్‌దే. కశాభాల కళేబరాలు సెల్యులోజ్ నిర్మాణాలు. చాలా తరుచుగా వాటికి గాఢ వర్ణకాలుంటాయి. వాటి శరీరాలకున్న వర్ణకం పరిసర జలాల కూడ సంక్రమిస్తుంది. అసంఖ్యాకంగా ట్రైకోడెస్మియం ఎరిథ్రేయియమ్‌లు ఉండటం వల్ల ఎర్ర సముద్రానికి ఆ పేరు వచ్చింది. మన దేశ తీరాల్లో పసుప్పచ్చ, ఆకుపచ్చ, గోధుమవన్నె, ఎర్రబొట్ల వంటి వాటిని తరుచుగా చూస్తాం. అంటే ఆయా వన్నెలు గల ఈ వృక్షజాలం విపరీతంగా ఉందని అర్థం. కొన్ని రకాల కశాభాలు విపరీత

సంఖ్యలో ఉంటే తదితర జీవరాశులకు ప్రమాదకరంగా పరిణమిస్తాయి. జిమ్నోడినీడియం బ్రెవిస్ అనే డైనోఫ్లాజిల్లేట్ ప్రమాదకరమైన రక్తవర్ణ తరంగాలను సృష్టించి అసంఖ్యాకంగా చేపలను కూడా చంపివేస్తాయి.

డైనోఫ్లాజిల్లేట్స్ మరో దృగ్విషయానికి జీవసందీప్తికి - కారణం. అనేక తీరప్రాంతాల్లో డైనోఫ్లాజిల్లేట్స్ ఉండే కాంతిమంతమైన సహవాసాలు సాధారణంగా కనిపిస్తాయి. చీకటి పడ్డ తరువాత అటువంటి ప్రాంతాల్లోని సముద్ర జలాలను పరిశీలిస్తే ఒక వెయ్యి దీప్తిమంతమైన దీపాల్లో వెలిగిపోతున్నట్లు ప్రకాశవంతంగా కదలాడే తరంగాలను గమనిస్తారు. వసంతకాలంలో మన తీరప్రాంతాల్లో జీవసందీప్తి సర్వసాధారణం.

కాల్సెరస్ రక్షాకవచం గల కోకోలిథోఫియర్స్ అనే కశాభాలుంటాయి. వాటి గుల్లలు సముద్రం అట్టడుగున విస్తృత పరిమాణంలో పేరుకొంటాయి. సంక్లిష్టమైన నగిషీలున్న ఆ గుల్లలు చక్కగా ఉంటాయి. చిక్కని సిల్కు గుడ్డతో చేసిన ప్లవక జాలాలక్కూడా సాధారణంగా దొరకని ఈ కాకోలిథోఫియర్లు చాలా సూక్ష్మమైనవి. అందువల్ల వాటిని ప్రత్యేకమైన సీసాలకెత్తి సాంద్రీకరించే నిమిత్తం అపకేంద్రీకరిస్తారు. వాటి చాలా చిన్న పరిమాణం కారణంగా వీటినీ, (జంతు వృక్ష ప్లవకాలనే గాక బ్యాక్టీరియాను కూడా కలుపుకొన్న) తదితర ప్లవకజాతులనూ వామనప్లవకాలని **(nanoplankton)** అని పిలుస్తారు. ఒక్క లీటరు నీటిలో ఇవి ఒక్క మిలియన్ దాకా ఉంటాయని అంచనా. "డయాటం, డైనోఫ్లాజిల్లేట్, కాకోలిథోఫియర్, వామనప్లవకాల్లోని రకరకాలను కలిపి 'సముద్రసస్యం' అనే సాధారణనామంతో పిలుస్తారు. కిరణజన్య సంయోగక్రియ నిమిత్తం వికిరణశక్తి మీదనూ, కొన్ని రకాల నిరింద్రియ పోషక పదార్థాల మీదనూ (కార్బన్‌డయాక్సైడ్, నీరు, నైట్రేట్లు, భాస్వరం, ఇనుము), ఆధారపడి కార్బన్ సంయోగపదార్థాలను ఈ సముద్ర సస్యం ఉత్పత్తి చేయగలుగు తున్నది. ఈ చిన్న వృక్ష కణాల్లోని సంచితశక్తి జీవక్రియలన్నిటికీ కావలసిన రసాయనశక్తికి ఆధారభూతమవుతున్నది. ఈ సముద్ర సస్యం సాలుకు 80 నుంచి 120 బిలియన్ టన్నుల కార్బోహైడ్రేట్లను ఉత్పత్తి చేస్తుంటాయని అంచనా. దీనితో పోలిస్తే భూతలంమీది వృక్షజాతుల ఉత్పత్తి మొత్తం 40 బిలియన్

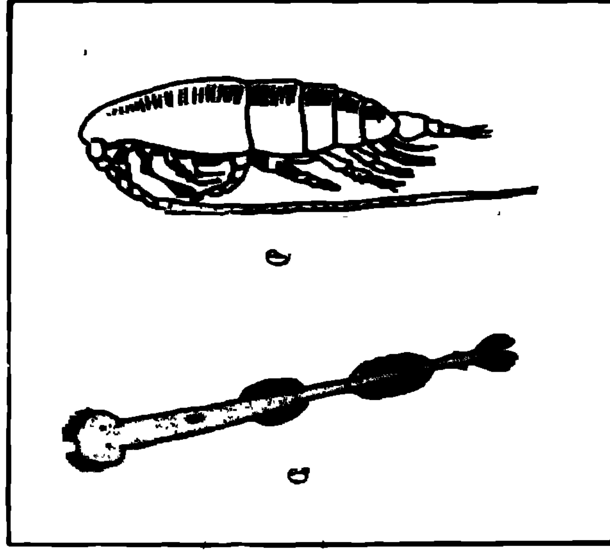
టన్నులే. ఈ కార్బోహైడ్రేట్ల నుంచి వృక్ష ప్లవకాలు ప్రోటీన్లనూ, కొవ్వు పదార్థాలనూ నిర్మిస్తున్నాయి. ఈ జీవాలు తమ బరువులో 40 నుంచి 50 శాతం దాకా ప్రొటీన్లతో 20 నుంచి 40 శాతం దాకా కార్బోహైడ్రేట్లతో, 20 నుంచి 25 శాతం దాకా కొవ్వు పదార్థాలతో నిర్మితాలని నిశ్చయించారు." (యూసో, 'ఓషియనోగ్రఫీ', హెూల్ట్, రైన్‌హార్ట్ & విన్‌స్టన్, పేజీ 132.)

జంతు ప్లవకాలు

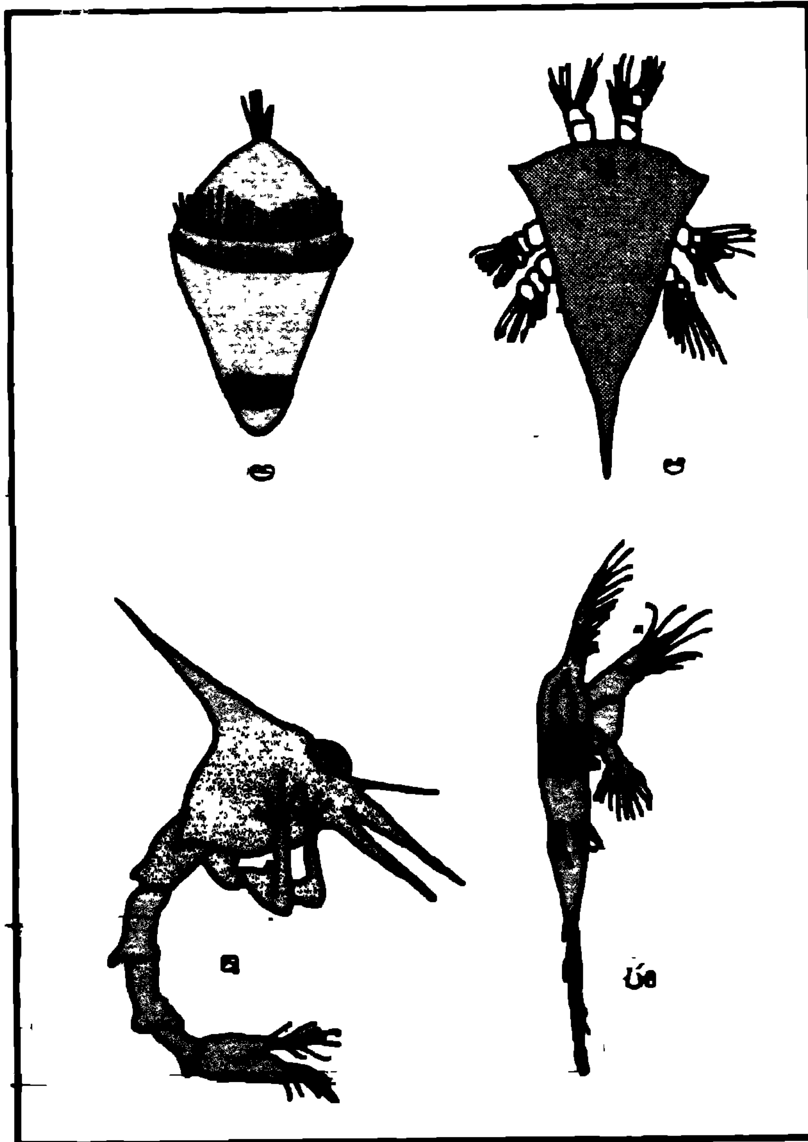
అదే సహజస్థలంలోని వృక్షజాతుల కన్నా అక్కడి ప్లవక, తరణక జంతుజాలం మరింత వైవిధ్యం ప్రదర్శిస్తున్నది. కొద్దిపాటి పేజీల పరిమిత స్థలంలో జంతుప్లవకాలు ప్రదర్శించే రకరకాల అనుకూలనాల సౌందర్యసంక్లిష్టతలను వర్ణించటం సాధ్యపడదు. వాటిని రేఖామాత్రంగా తెలుసుకుందాం.

జంతుప్లవకాలను తొలుత పూర్ణప్లవకాలని (చిత్రం 17), పాక్షిక ప్లవకాలని విభజించవచ్చు. పూర్ణప్లవకాలు ప్రౌఢజీవులు. అవి ప్లవకాల్లో శాశ్వత భాగాలు. పాక్షిక ప్లవకాలు భిన్న బాల్యదశల్లో ఉండి, ప్లవకాల మధ్య తాత్కాలికంగా నివసించి, ప్రౌఢజీవితాన్ని తరణకంగానో నితల జీవిగానో గడుపుతూ స్థిరపడతాయి. ఈ తాత్కాలికాస్తిత్వం కొన్ని రోజుల నుంచి నెలలదాకా విస్తరించవచ్చు. పరిమాణ వైవిధ్యాల్లో జంతుప్లవకాల్లోని శాశ్వత సభ్యుల కన్నా ఈ తాత్కాలిక సభ్యులు ఏ విధంగానూ అప్రధానులు కారు. ఆహారపు అలవాట్లను బట్టి జంతుప్లవకాలను మొక్కలు తినేవనీ (శాకాహారులు), జంతువులను తినేవనీ (మాంసాహారులు) విభజిస్తారు. ఈ రెండూ ప్రాథమిక వృక్ష ప్రోటీన్లను మానవులు భుజించే చేపలకూ తదితర స్థూలజీవులకూ జంతు ప్రోటీన్లుగా మార్చటంలో ప్రముఖపాత్ర వహిస్తున్నాయి.

బాల్యదశలో గాని ప్రౌఢదశలోగాని ఉన్న ప్రోటోజోవా నుంచి కశేరుకాల దాకా అన్ని జంతురూపాల్లోనూ జంతుప్లవకాలున్నాయి. అన్ని సముద్రాల్లో అన్ని ఋతువుల్లోనూ వలసలు స్థాపించుకున్న ఏకకణ ప్రోటోజోవాలు సర్వసాధారణం. నీళ్ళలో తేల్చటం కోసరం సూక్ష్మ కంటక వ్యవస్థతో కాల్సిరస్ కవచాలతో గ్లోబిగెరానా వంటివాటి ద్వారా ఉదాహరణీయాలైన



చిత్రం **16** : రెండు విలక్షణ ప్లవక జీవులు.
(అ) కోపెపెడ్ (ఆ) బాణం పురుగు



చిత్రం **17** : కొన్ని విలక్షణ పాక్షిక ప్లవకాలు (అ) నెరిద్ పురుగుల ట్రాకోఫోర్ డింభకం. (ఆ) బార్నకిల్ తాలూకు నేప్లియస్ డింభకం. (ఇ) పీత తాలూకు జోయియా డింభకం. (ఈ) కోపెపొడ్ తాలూకు నేప్లియస్ డింభకం. ప్లవకాల మధ్య కొన్ని రోజులు గడపిన తరువాత పాక్షిక ప్లవకం రూపాంతర విక్రియ ఫలితంగా తరణక, ప్లవక, నితల జీవి ప్రౌఢదశల్లోకి చేరుకొంటుంది.

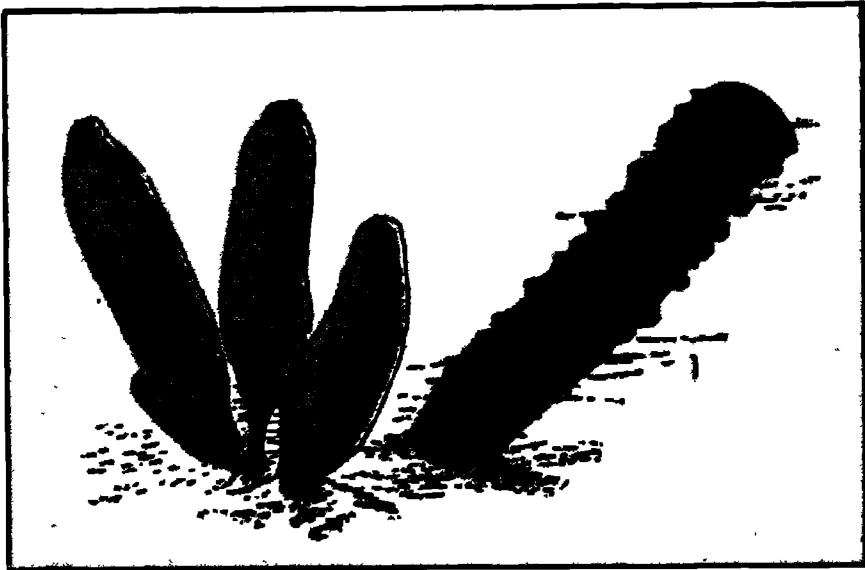
ఫోరమినిఫర్లున్నాయి. మిలియన్ల సంవత్సరాల కాలంలో ఈ చాలా చిన్న గుల్లలు సముద్రం అడుగున అపరిమిత ప్రమాణంలో నిక్షిప్తమయాయి. ఆ నిక్షిప్తాలను గ్లోబిగెరినా ఊజ్ అంటారు. అన్ని సముద్రాల్లోనూ - ముఖ్యంగా ఉష్ణసముద్రజలాల్లో - ఈ జంతువులు అనేక రూపాల్లో సమృద్ధిగా లభిస్తాయి. (కాల్కేరస్ కవచాలకు బదులు) సిలిషస్ గుల్లలున్న రేడియో లారియన్లు ప్రోటోజోవాల్లో మరొక తెగ. ఆ గుల్లలకు పొడుగాటి కంటకా లున్నాయి. జలసాంద్రతకు అనుగుణంగా గరిష్ఠ ప్లవనతను సాధించటానికి ఈ కంటకాలను సరిపెట్టవచ్చు. కాలక్రమాన సముద్రం అడుగున నిక్షిప్తమయ్యే ఈ గుల్లల మీద వేలకొద్దీ చక్కని నగిషీలు కనిపిస్తాయి. పసిఫిక్ మహాసముద్రంలోని లోతైన ఉష్ణజలాలకింద సిలిషస్ రేడియో లారియన్ ఊజ్ మందమైన సంస్తరాలుగా పేరుకొంది. సముద్రాల్లో రాత్రివేళల పరమాద్భుతంగా జీవసందీప్తి ప్రదర్శించే నాక్టిలూకన్స్ చెప్పుకోదగ్గవి.

సులభంగా ఈదుతున్న డింభకాల రూపంలోని స్పంజికలకు ప్లవకాల్లో ప్రాతినిధ్యముంది. బాల్య ప్రౌఢ రూపాలు రెండింటిలోనూ సీలెంటరేటా కనిపిస్తాయి. సువ్యవస్థితం కాని జంతువులకు ప్రవాళ, సముద్రోత్పల, సముద్ర వ్యజనాదులు మంచి ఉదాహరణలు. ఇవన్నీ సాధారణంగా నితలజీవులు. వీటన్నిటికి విధిగా డింభకదశలు (జెల్లీ చేప దశలు/శ్లేషి దశలు) ఉన్నాయి. ఆ దశలో వాటి స్వేచ్ఛా జీవనం ప్రవాహ ప్రభాల మీద ఆధారపడి ఉంటుంది. (ఈ పరిస్థితివల్ల డింభకాలను నూతన ప్రాంతాలకు చేర్చే సేవలు లభ్యపడుతున్నాయి). జెల్లీచేప/శ్లేషి వంటి ఇతర సీలెంటరేట్లు ఉన్నాయి. వీటిని సముద్రతీరాల్లో చూడవచ్చు. అవి చిన్నవిగా ఉంటే బొక్కెనలతో తోడుకోవచ్చు కూడా. వాటి గొడుగులా ఉండే మృదుశరీరాలు చక్కని లయబద్ధ స్పందనల్లో తేలుతుంటాయి (చిత్రం 13).

ప్లవక సహవాసి సీలెంటరేట్లు కొన్ని సముద్రయాత్రికులకు సుపరిచితాలే. కొన్నిటికి పోర్చుగీస్ యుద్ధ వీరుడు (చిత్రం 19), గాలివాటు నావికుడు లాంటి చిత్రమైన పేర్లు పెట్టారు. వాటి విచిత్ర రూపాలను బట్టి ఈ పేర్లు వచ్చాయి. ఇవి ముదురు రంగుల్లో తరుచుగా ప్రకాశవంతంగా ఉండే రూపాలు. వీటి సమష్టిలోనుంచి కొన్ని ఆహారం సంపాదన, ప్లవనం

పురోగమనం, ప్రజననం వంటి విభిన్న కర్తవ్యాలను వ్యష్టిగా నెరవేరుస్తుంటాయి. ఇవి జల ప్రవాహ ప్రభావాలకు పూర్తిగా లోనైనప్పటికీ సొంతంగా కొన్ని అసహ్యంగా కనిపించే కదలికలు ప్రదర్శిస్తూంటాయి.





చిత్రం 18 : చురుకుగా, అపాయకరం లేనివిగా ఉండే స్పంజికలు

నానారకాల క్రిముల్లో (ఎనెలిడ్లు, తత్సంబంధులూ), కొన్ని మాత్రమే ప్లవకాలుగా బతుకుతుంటాయి. టోమోటెరిడ్లనేవి ఇందుకు అపవాదం. అవి తరణక జీవితానికి పూర్తిగా అలవాటు పడ్డాయి. అవి రెక్కల వంటి శరీర

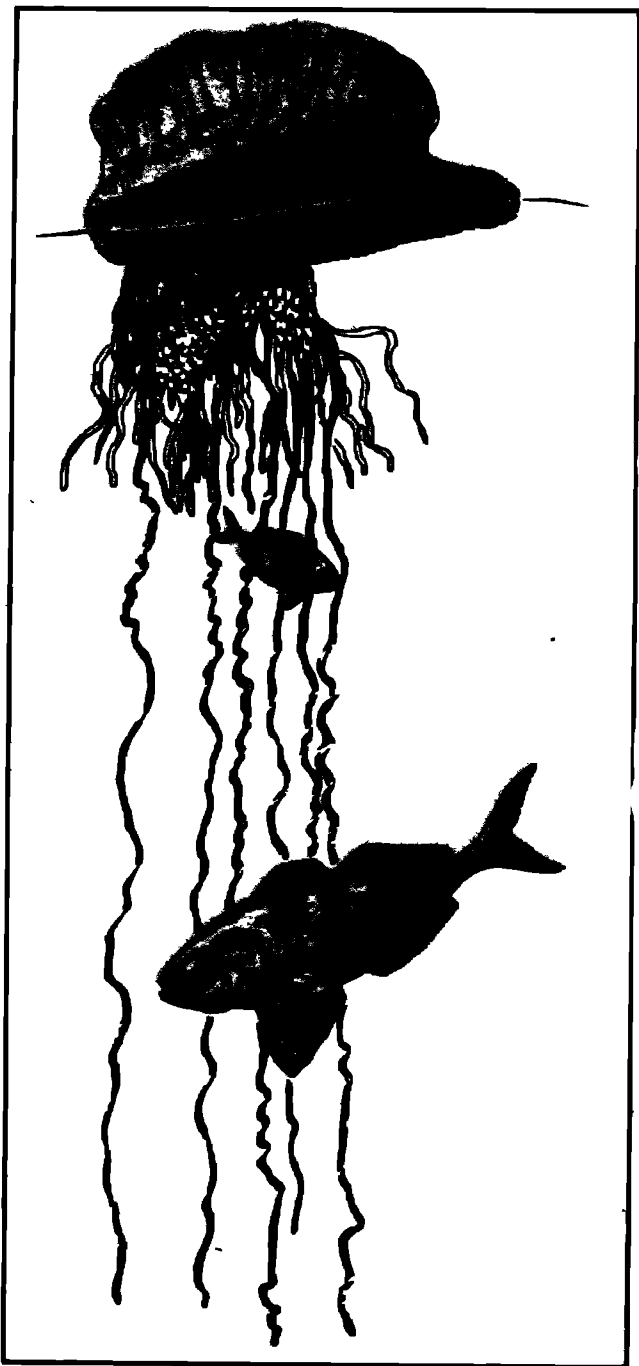
విస్తరణలను సులభం చేయటంలో ఉపయోగిస్తాయి. పసిఫిక్ మహా సముద్రంలో కనిపించే పలాలో క్రిమి మరోవిచిత్రజీవి. "ప్రజనన సమయం దాకా ప్రౌఢజీవులు అట్టడుగున నివసిస్తాయి. ఆ తరువాత శరీరంలోని ఒక భాగాన్ని ప్రజనన కణాలతో సహా అవి విసరివేస్తాయి. ఈ శరీర ప్రజనన ఖండాలు అసంఖ్యాకంగా ఉపరితలానికి చేరి గుడ్లు పెట్టబోతున్న సమయంలో తదులాడతాయి. అన్నిటికన్నా ఆశ్చర్యకరమైనదేమంటే ఈ పలాలోలు ప్రతి సంవత్సరం క్రమం తప్పకుండా ఇంచుమించు గంటలు నిముషాల ప్రకారం కనిపిస్తాయనే సత్యం. సరిగ్గా అవి కనిపించే రోజును ఊహించవచ్చు. అవి ఆహారపదార్థంగా చాలా మంచివని భావించే సమోయాన్, ఫిజీ, తదితర ద్వీపవాసులు సరైన సమయంలో అపరిమితంగా వాటిని వలవేసి పట్టుకుంటారు" (కోకర్, పేజీ 225).

కిటోగ్నాట్‌లు (బాణక్రిములు) ప్లవక జీవితానికి బాగా అలవాటు పడ్డాయి. ఎనిమిది సెంటీమీటర్ల గరిష్ఠ పరిమాణానికి చేరుకునే ఈ త్వరగా కదిలే జీవులకు జీవశాస్త్రంలో గొప్ప ప్రత్యేకత ఉంది. భిన్న జలరాశుల కదలికలను ఇవి సూచిస్తుంటాయి.

విలక్షణ నక్షత్రాకార శరీరాలు గల ఇకైనోడెర్మ్‌లు ప్రధానంగా నితలజీవులు. కానీ తీరప్రాంత ప్లవకాల్లో వీటిలోని అనేకరకా డింభకదశలు విస్పష్టంగా కనిపిస్తాయి. మలస్క్ ఇటువంటివే. నితల, సముద్ర మధ్య ప్రాంతాల్లో జీవించే వాటిలో అత్యధిక భాగానికి (సిపి, కాకిచిప్ప, నత్తగుల్ల, శంఖం, గుల్లపురుగు, మొదలైన వాటికి) స్వేచ్ఛా గమనమున్న డింభక దశలున్నాయి. ప్లవకాల మధ్య కొద్ది రోజులో వారాలో గడిపిన తరువాత వాటి డింభకాలు సముద్రం అడుక్కుగాని, లేదా దొరికిన ఇతర ఘనపదార్థాల మీదకు గాని చేరి తమ క్రమబద్ధ జీవితాన్ని వెళ్లబోసుకుంటాయి. డింభకాలను నీళ్ల భిన్న ప్రదేశాలకు మోసుకొని పోతాయి కాబట్టి, తమ స్వస్థలాలకు చాలా దూరంగా దొరికిన స్థావరాల్లో స్థిరపడిపోయే ఇకైనోడెర్మ్‌లు మలస్క్‌లు ఆ విధంగా తమ నివాసపరిధిని విస్తరించు కొంటాయి.

తమను నీళ్లమీద తేల్చడానికి ప్రత్యేక సాధనాలు గల హెటిరోపాడ్, టెరోపాడ్ వంటి కొన్ని మలస్క్‌లు పూర్ణ ప్రవకాలు. తమ నితల

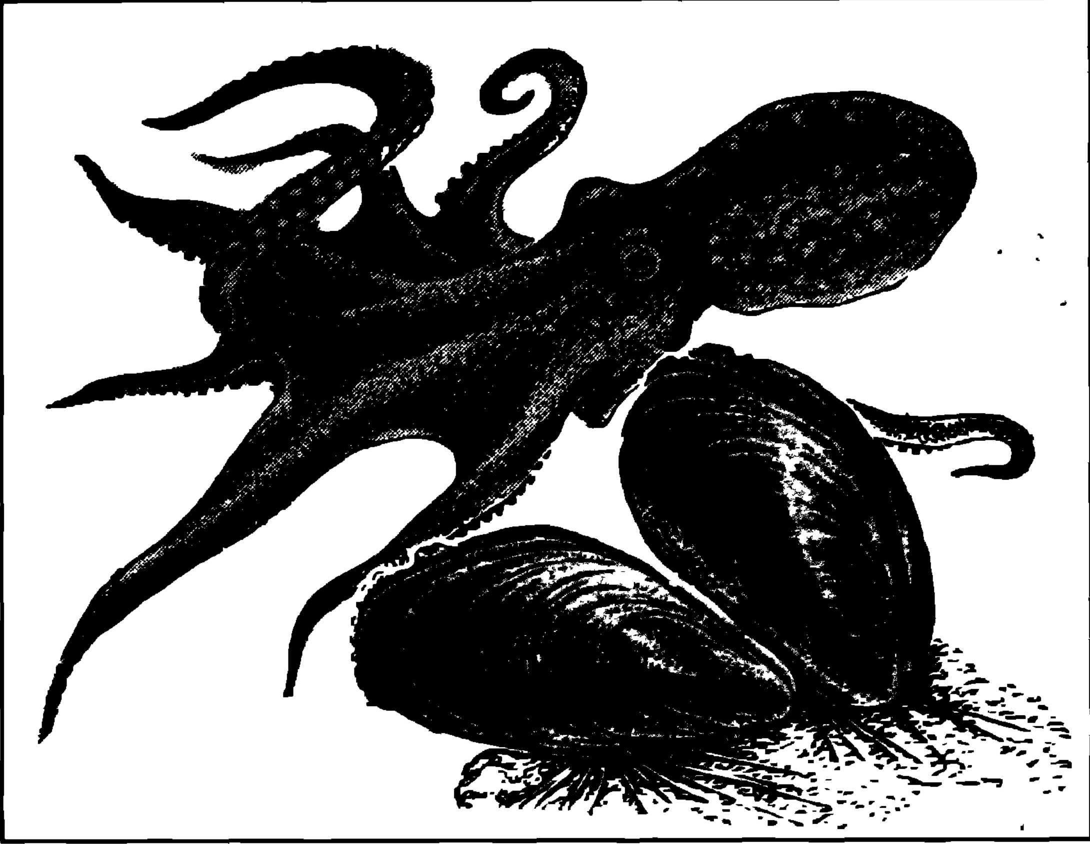
బంధువులకు లాగా వీటికి గుల్లలుంటాయి. అవి ఉష్ణ సముద్రాల అధో భాగాల్లో పెద్ద సంఖ్యలో నిక్షిప్తమవుతుంటాయి. ఉష్ణ సమశీతోష్ణ సముద్రాల్లో టెరోపాడ్ ఊజ్ టెరోపాడ్ గుల్లల్తో నిండి కనిపిస్తుంది.



చిత్రం 19 : ఒకటిగా కాక చాలా జంతువులుగా కనిపించే పోర్చుగీస్ మాన్-ఆఫ్-వార్ కలిసి జీవించి భక్షకం కోసం పనిని విభజిస్తాయి.

ప్లవక జాతికి చెందిన వాటిలో అత్యధిక సంఖ్యాకాలు ఆర్థ్రోపాడా వర్గానికి చెందినవి. భూమి మీద కూడా ఈ వర్గానికే చెందిన చీమలు, బొద్దింకలు, సీతాకోక చిలుకలు, సాలీళ్లు, కాళ్ళజెర్రులు, రోకలిబండలు మొదలైనవి సర్వసాధారణంగా కనిపిస్తాయి. ఆర్థ్రోపాడా వర్గంలో అనేక తరగతుల జంతువులున్నాయి. సముద్రాల్లో క్రస్టేషియన్లు మాత్రమే అంతటా కనిపిస్తాయి. సముద్రార్థిక వ్యవస్థలో అత్యంత ప్రాధాన్యం గల జంతు సముదాయం క్రస్టేషియన్లని కళ్లు మూసుకొని చెప్పవచ్చు. అవి ప్లవక, తరణక, నితలజీవుల్లోనూ ఉన్నాయి. సముద్రాల్లోని వాటి సమృద్ధి వైవిధ్యాలను భూమిమీది వాటి సమృద్ధి వైవిధ్యాలతోనే పోల్చగలం.

ప్లవకాల్లోని క్రస్టేషియన్లన్నింటిలో కోపెపొడ్లదే పెద్దభాగం. క్లాడోసిరాన్లు, మైసిడ్లు, ఆంపిపొడ్లు, యూఫోసైడ్లు మొదలైన ప్లవక క్రస్టేషియన్లు చాలా రకాలున్నాయి. కానీ సముద్రాల్లో దాదాపు అన్నిచోట్లా ప్లవకాల్లో నాలుగింట మూడువంతులు కోపిపొడ్లే. అవి లేకుండా సముద్ర జీవరాశి ప్రస్తుత సమృద్ధి వైవిధ్యాల్లో స్వల్పభాగాన్ని కూడా సాధించగలిగి వుండేవి కావంటే అతిశయోక్తి కాదు. మహాసముద్రాల్లో కోపెపొడ్లు



చిత్రం 20 : సిపి, కాకిచిప్ప మరియు ఆక్టోపస్ మలస్కాలు

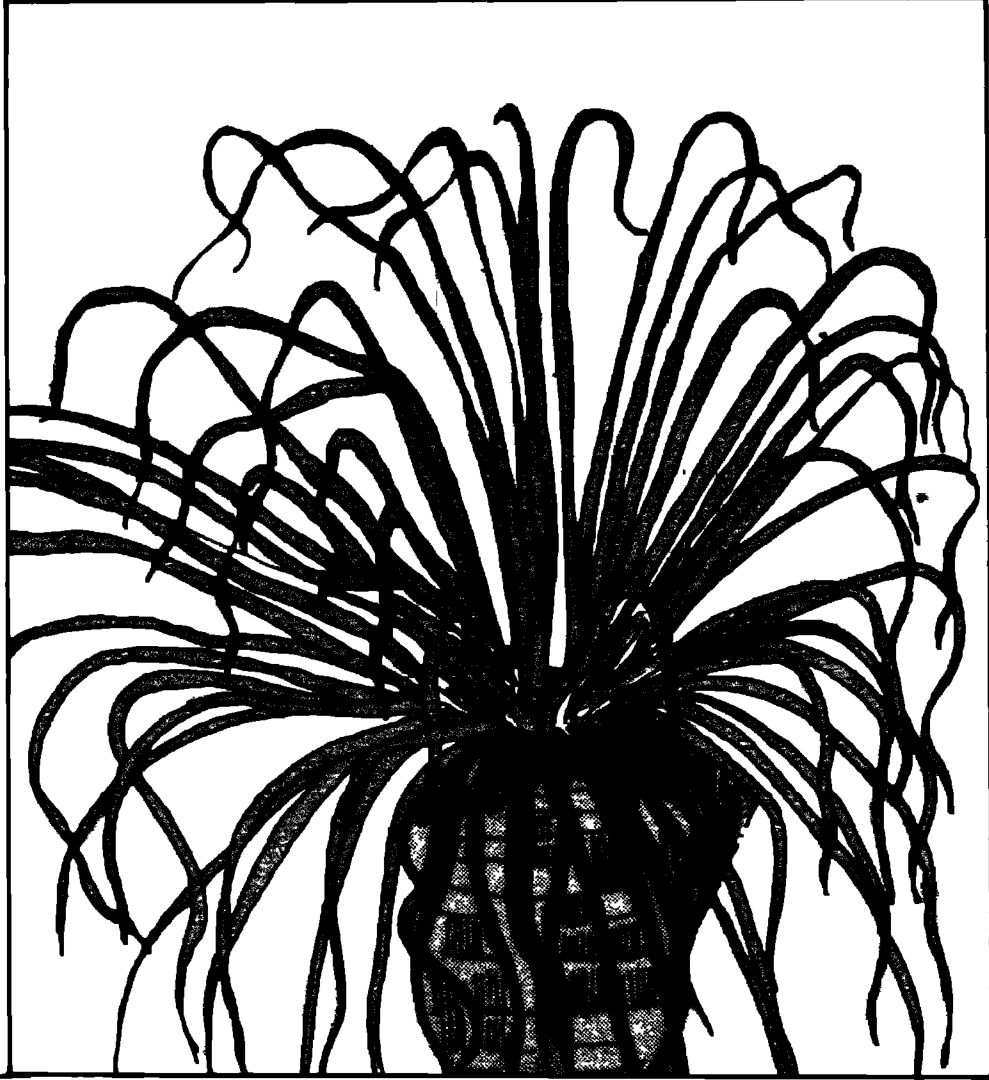
ప్రాథమిక తృణభక్షకాలు. భూమిమీది పశువుల్లాగా గొర్రెల మందల్లాగా అవి సముద్రం లోని వృక్ష పదార్థాన్ని జంతు మాంసంగా మార్చి వేస్తున్నాయి. చేపలూ తదితర సముద్ర జీవుల్లోని పెద్దవీ తమ ఆహారం కోసం ఈ కోపెపొడ్ల మీదే ఆధారపడి వున్నాయి. ఈ రాక్షసభోక్తలను కూడా అదేవిధంగా తినే వున్నాయి. సముద్రాల ఆహారజాలంలో కోపెపొడ్లది అతి ప్రధానమైన మాధ్యమిక స్థానం.

నితలజీవులు

నితలజీవులు సముద్రం అట్టడుగునా ఆ చుట్టుపక్కలా నివసించేవి. వీటిలో జంతువులూ ఉన్నాయి; వృక్షాలూ ఉన్నాయి. వృక్షాలు తీర సమీపంలోని ఖండతీరాంచలాల సంకుచిత పరిధిలో జీవిస్తాయి. సూర్యరశ్మి ప్రవేశించలేని నీటిలోతుల్లో బతకలేవు కాబట్టి లోతునీటిలో అవి ఉండవు. సముద్రాల్లో నిమ్నజాతి వృక్షాలు మాత్రమే కనిపిస్తాయి. భూమిమీద కనిపించే బీజవంతాలైన వృక్షజాతులు సముద్రాల్లో లేవు. అలాగే ఫెరన్లూ మాసులూ కూడా. ప్రకృతిలో కనిపించే నిమ్నతమ జాతులకు చెందిన శైవలాల జాతికి

చెందిన వృక్షాలే సముద్రాల్లో కనిపిస్తాయి. ప్లవకాల్లో చేరిన డయాటమ్లను గురించీ కశాభాలను గురించీ ఇంతకుముందే ప్రస్తావించి ఉన్నాం. నితలంలో కనిపించే వృక్షాల ప్రతినిధులే భిన్నవర్గాలకు చెందిన సముద్రపు కలుపుమొక్కలు. అవి అనేక కణజీవులు. పెద్దవి కూడా. తీరజలాల్లో వందలకొద్దీ కిలోమీటర్లకు విస్తరించి విశాలమైన పొలాల్లో గడ్డి పెరిగినట్లు ఇవి పెరుగుతుంటాయి. ఆకుపచ్చ శైవలాలు (క్లోరోఫైసీ) సముద్రాల్లో చాలా తక్కువేగాని ఎర్రశైవలాలు (రోడోఫైసీ), గోధుమ వన్నె శైవలాలు (ఫేయోఫైసీ) చాలా సాధారణం. చివరి రెండు రకాలూ మన తీరాల్లో సమృద్ధంగా ఉన్నాయి. కొన్ని జాతులు ఎంతో ఆర్థిక ప్రాముఖ్యం కలవి. శిలామయ తీరాలకు వెళ్లిచూస్తే సముద్రశాద్వలాలు అఖండ సౌందర్య వైవిధ్యాలు ఈ మాటమీద నమ్మకం పుట్టిస్తాయి. నిశ్చలజలంలో చిరుతరంగాల లయబద్ధతతో బాటు అవి డోలాయమానంగా పిల్లతెమ్మెరలకు వరిపొలాల కంకుల్లాగా ఊగుతుంటాయి. కానీ చాలా మృదువుగా సుకుమారంగా ఉంటాయి. కాబట్టి కడలి కలుపుమొక్కలు అలల తాకిడికీ ఆటుపోట్లకూ సులభంగా దెబ్బతింటాయి. కల్లోల వాతావరణంలో అవి భారీ ఎత్తున ఒడ్డుకు కొట్టుకవస్తాయి. కడలి కలుపుమొక్కల గుత్తిని తీసుకొని గాజుగ్లాసులో ఉంచి పరీక్షిస్తే మహత్తర జంతుసంపద వాటితో సహజీవనం చేస్తున్నట్లు తెలుసుకుంటాం. చిన్న చిన్న క్రస్టేషియన్లను, మలస్కలను, చేపలను, తదితర జంతు సంతానాన్ని కోటానుకోట్లుగా చేరదీసి కలుపుమొక్కలు వాటికో విశిష్ట జీవావరణ కేంద్రాన్ని కల్పిస్తుంటాయి. అవి శైవలాలను తింటూ కలుపుమొక్కల్లో సర్వతోభద్రమైన ప్రయోజనకరమైన నివాసస్థానం సంపాదిస్తున్నాయి. పెద్దపెద్ద చేపలూ (సముద్ర గోవువంటి) సముద్ర స్తన్యజీవులూ క్రమబద్ధంగా శైవాలశాద్వలాలకు ఆహారంకోసరం వచ్చి పోతుంటాయి. మనిషి శైవలాలను రకరకాల ఉపయోగాల కోసం సేకరిస్తాడు. తమిళనాడు కోస్తాలోనూ తదితర ప్రాంతాల్లోనూ కడలి కలుపును ఉడకబెట్టి రుచికరమైన అంబలి కాచుకుంటారు. అగరు, చైనాగడ్డి వంటి తదితర వైద్యఖాద్య ఉత్పాదనల తయారీలో ఇవి ముడిపదార్థాలుగా ఉపయోగ పడతాయి. వృక్ష ప్లవకాలతో పోలిస్తే సముద్రాల వృక్షోత్పత్తుల మొత్తంలో కడలికలుపు మొక్కల ఉపయోగం లెక్కలోకి రాదు. అయినప్పటికీ అనుక్షణ

పరిణామశీలమైన తీరజలాల్లో వాటి విలక్షణ నివాసం వాటిని ప్రముఖ జీవావరణ భాగంగా, వివిధజాతుల ప్రాణుల అస్తిత్వానికీ పోషణకూ ఆధారంగా సంతరిస్తున్నది.

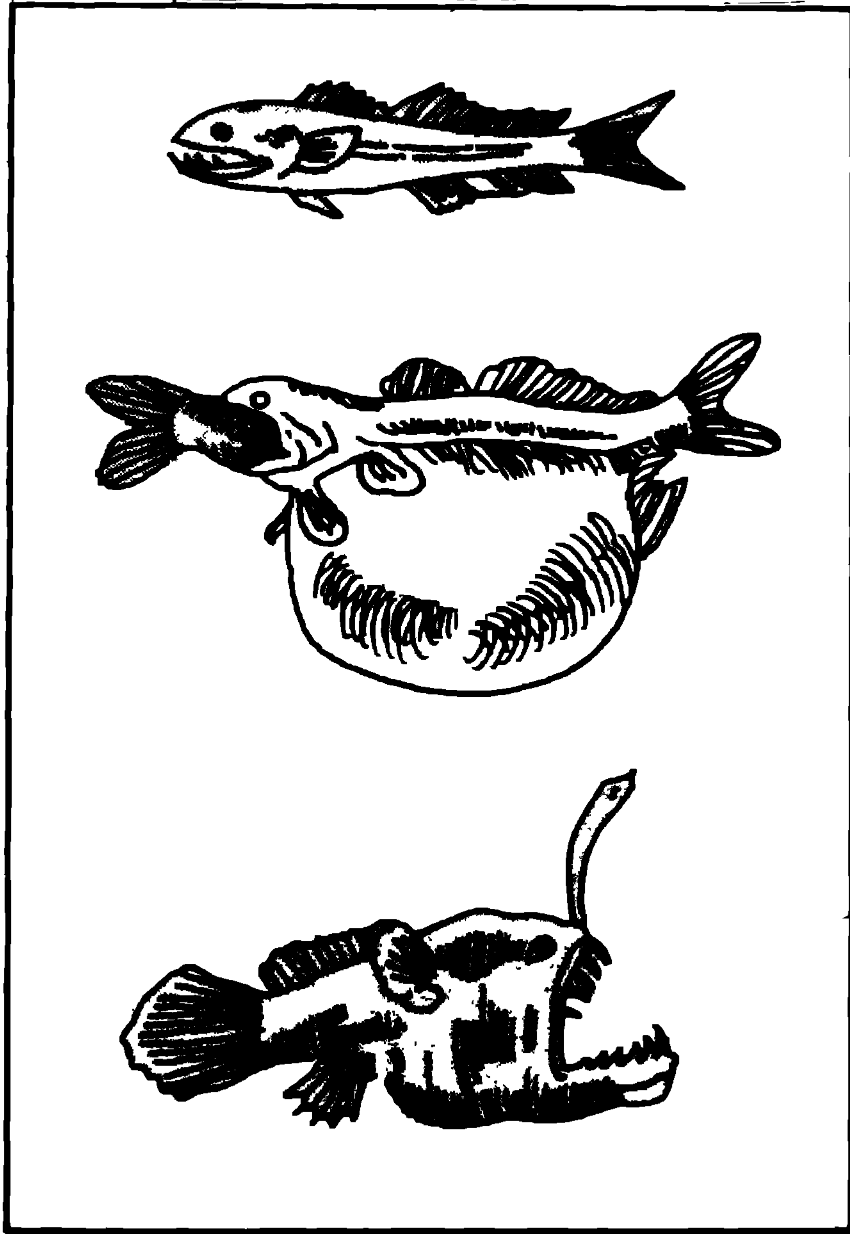


చిత్రం 21 : పరాన్నభక్షకమైన సీ యోనిమోను

మనమింతకు ముందే గుర్తించినట్లు భూగోళంలోని భూవిస్తీర్ణతకు మూడురెట్లున్న సముద్ర భూతలం యావత్తులోనూ సంకుచిత ఖండ తీరాంచలాల్లోనూ ఎక్కడ పట్టినా కనిపించే నితల జీవరాశిలో ప్రధాన భాగం జంతువులే. నితల జంతుజాలం నిజంగా అత్యంత విస్తృతం. సముద్రోపరితలం కింద దాదాపు 11 కిలోమీటర్ల లోతున ఉన్న మరియానా గర్తం నుంచి జీవజ్జంతువుల మాసరాలు ఇటీవల లభించటంతో మహాసముద్రాల్లో అత్యగాధాల్లో కూడ జీవముందని నిరూపితమయింది.

నితల జీవులు పూర్తిగా స్థానబద్ధంగా ఉండి తమ జీవితకాలమంతా నిర్దిష్ట స్థలాల్లో నివసించవచ్చు. లేదా పరిమిత ప్రదేశంలో చలనశీలంగానూ ఉండవచ్చు.

స్థానబద్ధ జంతువులు భూమి మీద మనకు తెలిసిన జంతువుల కన్నా పూర్తిగా విలక్షణంగా విచిత్రంగా ఉంటాయి. ప్రవాళాలు, సముద్రోత్పలాలు ముత్యపు. చిప్పలు మసెల్సు, గుల్ల నత్తలూ మొదలైనవి స్థానబద్ధ జంతువులకు ఉదాహరణలు. స్పంజికలూ సీయానిమోన్ల వంటివి అప్పుడప్పుడు ఉన్న



చిత్రం 22 : అగాధ సముద్ర మత్స్యాలు. పైనా మధ్యలో–శాలోయర్ చేప. వ్యాకోచించగల పొట్టతో ఈ చేప తన కన్నా అయిదురెట్లు పెద్దదైన ఎరను మింగగలదు. అగాధసముద్రాల్లో అటువంటి సంతృప్తికర మైన భోజనం తరువాత నెలల పర్యంతం ఉపోష్యాలే. కింద ఒక ఏంగర్ చేప. తలమీద పెరిగిన కండరాల పెంపు కాంతియుతం. చిన్నచిన్న ప్రాణులను అది ఆకర్షించగా నోటినిండా వున్న పళ్లతో వాటిని పట్టుకొని తింటుంది.

ఆధారం నుంచి విడివడి ఇతర ప్రదేశాల్లో నిలదొక్కుకోవచ్చు. చలనశీల నితల జీవులు అసంఖ్యాకాలు. ఈ వర్గంలో అనేక అకశేరుక భేధాలున్నాయి. మాతృవర ప్రధాన నిర్మాణ లక్షణాలు చాలా సందర్భాల్లో నిలిచినా, సముద్ర భూతల నివాసానికి అనుగుణమైన అనేక విలక్షణతలు చాలా వాటిలో ముఖ్యమైన మార్పులతో ఏర్పడ్డాయి. చలనశీల నితల జీవుల్లో సమరేఖ క్రిములు, నెమర్టైనులు, అనెలిడ్ క్రిముల్లోని ఒక తెగ, ఎకినోడెర్మ్‌లు (నక్షత్రమత్స్యాలు, భంగుర నక్షత్రాలు, సీకుకుంబర్లు, సీ ఆర్చిన్లు మొదలైనవి), ఎండ్రకాయలు, లాబ్స్టర్లు, రొయ్యలు, గాస్ట్రోపాడ్‌లు, బైవాల్వ్యలు, అనేక తెగల చేపలు, మరి నానా విధాల ఇతర జంతువులూ చేరి క్రష్టేషియన్లో చేరుతాయి.

తమను ఒక ప్రదేశం నుంచి మరోచోటికి చేర్చే జలప్రవాహాల మీద ప్లవకజీవులు ఎంతో ఆధారపడి వుంటాయని తెలుసుకున్నాం. ప్లవకాల కన్నా నితలజీవులే జలసంచలనాలమీద ఎక్కువగా ఆధారపడతాయి. వాస్తవానికి నితలజీవుల అస్తిత్వానికే జలప్రసరణ ప్రాణప్రదం. నితలజీవులు పరిసర జలాల నుంచి ఆహారకణాలనూ ఆమ్లజనినీ సేకరించుకోవలసివుంది. అలాగే జీవవిక్రియకు సంబంధించిన వ్యర్థ పదార్థాలను గూడా పరిసరాల్లోనే విసర్జించవలసివుంది. పరిసరజలాలు నిరంతరం జలప్రసరణ ద్వారా శుద్ధి కాకపోతే అవి ఊపిరాడక మంది చావు చస్తాయి. ఖండతీరాంచలాల్లోని నితలజీవులకు ఆ తిండి కొరత ఎన్నడూ ఉండదు. ఆ ప్రాంతం జీవద్రవ్య సంపదతో నిండి వుంటుంది కాబట్టి. అయితే ఎంతో లోతుల్లో నివసించే జీవులు ప్రమాదవశాన తమవైపుగా వచ్చిన ఆహారంకోసరం, నీటి ఉపరితలస్తరాల నంచి వర్షించే ఆహారపదార్థాలకోసం పోరాడవలసి వుంటుంది. నితలం దరిద్రాంధకార శీతల ప్రపంచం. అందుకే అక్కడి పరిసరాల్లో లభించే పరిమిత ప్రయోజనాలను గరిష్ఠ స్థాయిలో పొందడానికి చేపలతో సహా అక్కడి జీవజాలం చిత్రవిచిత్రాలైన నిర్మాణ విలక్షణతలను పెంపొందించుకున్నాయి.

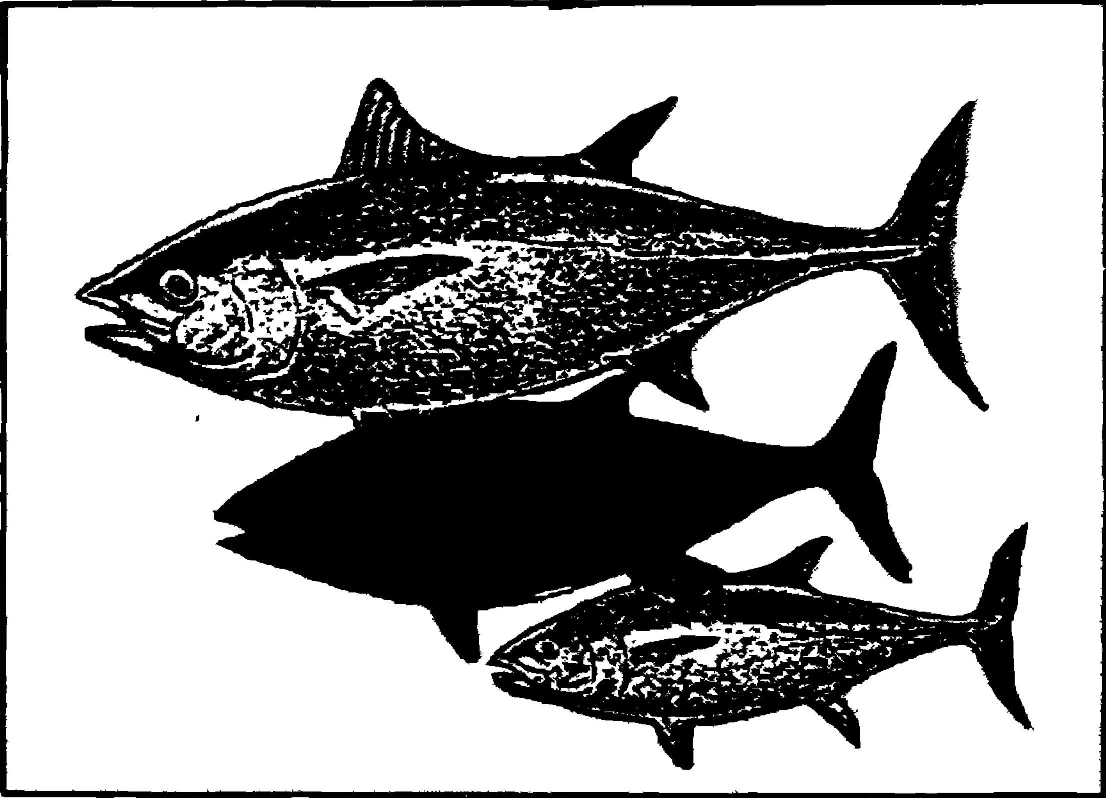
అట్టడుగున నివసించే మరో ప్రధాన ప్రాణివర్గం బాక్టీరియములు. భూమిమీదలాగే మహాసముద్రాలంతటా ఇవి కన్పిస్తాయి గాని గరిష్ఠ సంఖ్యలో కేంద్రీకరించి నివసించేది సముద్రభూతలం మీదనే. ఇది సహజమే. భూమిమీది వస్తువులకు చిట్టచివరి నిక్షేపంగా మహా సముద్రాలున్నట్లే,

సముద్రం అట్టడుగు మహాసముద్రాలకో బ్రహ్మాండమైన చెత్తకుండీగా పనికివస్తున్నది. సముద్ర భూతలం మీద నిక్షిప్తమయ్యే వాటిలో సేంద్రియ నిరింద్రియ పదార్థాలు రెండూ వున్నాయి. సేంద్రియ పదార్థాలు మరణా నంతరం విచ్ఛిన్నమై, సేంద్రియ రసాయనాలుగానూ ఖనిజాలుగానూ మారి జీవప్రక్రియలకు పునరుపయోగపడుతుంటాయి. "మహాసముద్ర జీవరాశు లన్నింటి విచ్ఛిన్నక్రియనూ సాధించే క్రియాశీలులు బాక్టీరియన్లే. మహాసముద్రాల్లోని అన్నిమట్టాల్లోనూ అవి కనిపిస్తాయి. మహాసముద్ర భూతలంలోని ప్రతి గ్రెయిన్ తడి బురదలోనూ దాదాపు 420,000,000 కణాలున్నాయి. సముద్రం భూతలం నుంచి 42 మీటర్ల దిగువనున్న బురదలోకూడా కొన్ని రకాల బాక్టీరియములు కనిపించాయి. సముద్రాల్లోని బాక్టీరియా మొత్తం ఇంచుమించుగా పరపోషకాలు. సేంద్రియ సంయోగాలను ఆక్సీకరించటం ద్వారా అవి తమకు కావలసిన శక్తిని సంపాదిస్తాయి. అందువల్ల అవి పూతిభక్షకాలుగానో, పరాన్నభుక్కులుగానో బతుకుతాయి. కార్బన్‌డయాక్సైడ్, నైట్రేట్లు, ఫాస్ఫేట్లు వగైరా నిరింద్రియ ముడి పదార్థాల నుంచి వృక్ష ప్లవకాలూ తదితర శైవలాలూ సేంద్రియ పదార్థాలను సంశ్లేషిస్తాయి. దీర్ఘకాలిక వ్యవధిలో ప్రాణులు పుట్టినంత వేగంలో చస్తుంటాయి. ఏదైన మాధ్యమిక ప్రక్రియ ఉంటేనేగాని ముడిపదార్థాలు తిరిగి సమకూడవు. సేంద్రియపదార్థాలను ఖనిజీకరించటం ద్వారా పరపోషక బాక్టీరియా ఆహారపునస్సంపాదన విధానాలను శాశ్వతీకరిస్తున్నాయి. (యాసో, పేజీ 139.)

తరణకాలు

భూఖండాల తీరాల్లో ఒకదాని నుంచి మరోదాని మధ్యా, సముద్ర జలరాశిలో పైకీ కిందికీ ఈదులాడుతుండేవి తరణకాలు. అపరిమిత జీవావరణ పరిసరాల్లో అత్యంత ప్రధాన భాగం చేపలని చరిత్ర పుట్టినప్పటినుంచీ మనకు తెలుసు. ఇప్పటి వాటి తెగల్లో ఇరవై అయిదువేలకు పైగా మనకు తెలుసు. ఇంకా చాలా రకాలను గుర్తించవలసి వుంది. వీటిలో సర్వసాధారణంగా ఆహారంగా వాడే సార్డను, మాకెరల్, చందువాయి, తూనా, సొర, టేకి వంటి చేపలేగాక అసంఖ్యాకంగా ఇతర జాతులూ ఉన్నాయి. తరణకాల్లోనే

తిమింగిలాలు, గండుమీలు, అసంఖ్యాక క్రష్టేషియన్లు, (స్క్విడ్ల మొదలైన) మలస్కలు, రకరకాల అకశేరుకాల వంటి సముద్ర స్తన్య జీవులు చేరుతాయి. మహాసముద్రాలు పూర్తిగా కలిపివున్నట్లూ ఏకరూపంలో ఉన్నట్లూ కనిపించినా భిన్న ప్రాంతాల్లో పొరల మధ్య కూడా స్పష్టమైన భేదాలున్నాయి. తరణకాల వ్యాప్తి ఈ భౌతిక రసాయనిక భేదాలే పరిమిత కారణాలు. అంతేకాదు. లోతుకు పోయేకొద్దీ జలపీడనం బాగా పెరిగిపోతుంది. ఫలితంలో సముద్ర మధ్య జీవులైన చేపలకన్నా మాధ్యమిక అగాధ మత్స్యాల పరిణామక్రమం వేరుగా ఉంది.



చిత్రం 23 : బ్లూఫిన్ ట్యూనా చేప

తరణకాల వ్యాప్తి భౌగోళిక ధర్మాలచేత నియంత్రిక మవుతుంది. ఉదాహరణకు చేపలూ ఇతర జీవరూపాలూ ఉష్ణమండలాల్లోనే ఎక్కువగా ఉంటే, మరికొన్ని కేవలం ధ్రువప్రాంతాల్లోనే నివసిస్తుంటాయి. ఉష్ణమండలాలకు ధ్రువప్రాంతాలకూ మధ్య సమశీతోష్ణమండల, ఉత్తర పవన (ఇది ఉత్తరార్ధగోళంలో; దక్షిణార్ధ గోళంలోది దక్షిణపవన) ప్రాంతాల్లో నివసించే ప్రాణి భేదాలున్నాయి. అయితే ఈ ప్రాంతాల్లో జలసమ్మేళనం చాలా ఎక్కువ. ఈ రెండు ప్రాంతాల మధ్యా ద్రవకారిణుల జలరాశుల కలయిక ఎక్కువా నిరంతరరాయమూను. వాస్తవానికి సముద్రాల్లోని ఉష్ణోగ్రతా

భేదాలు ఇరవైనాలుగు గంటల కాలంలో ఉష్ణమండలాల్లో భూచరజీవులు ఎదుర్కొనే తాపభేదాలతో పోలిస్తే చాలా తక్కువ. అయితే సువిశాల సముద్రాల్లో బాహిరపరామితులు నిరంతరం తుల్యస్థితిలో ఉండి స్థిరీకృతాలుగా ఉంటాయి. అందువల్ల తాపలవణీయాదుల భేదాలను జలజంతువులు సహించటం చాలా తక్కువ.

తరణక ప్లవక రూపాలను విడిగా గుర్తించటం సులభమేమీ కాదు. ఉదాహరణకు పిల్ల చేపలన్నీ ప్లవకాలే. అవి ప్రౌఢజీవి దశలోనే తరణకాలుగా మారుతాయి. రెండు వర్గాల్లోనూ తరచుగా ఈ పరిణామ దశలుంటాయి. ప్లవకదశలో ఉండగానే భావితరణక దశను జన్మస్థానానికి సుదూరాల్లో నిర్వహించవలసి వస్తుంది. ఈ విధానం వల్ల ఆయా జీవులు సరికొత్త భౌగోళిక ప్రాంతాలను ఆక్రమించి ప్రపంచ వ్యాప్తంగా ప్రపంచంలో ఎక్కువ ప్రాంతాల్లోనో జీవించవలసి వస్తుంది. ఇందుకు తోడుగా ప్రౌఢదశలోని జీవులు ఆహారాన్వేషణలో, ప్రజనన స్థలాన్వేషణలో స్వభావరీత్యా వలసపోయినందువల్ల వ్యాప్తి మరింత విస్తృత మవుతున్నది. తరణక ప్లవకాల మధ్యనున్న అనుమానాస్పద భేదమే ప్లవక నితల జీవుల మధ్య కూడా కనిపిస్తుంది. పరిణతి రాగానే అనేక ప్లవకజాతిజీవాలు సముద్రం అడుగున స్థానబద్ధజీవితం ఆరంభిస్తాయి. అయితే ఈ జంతువులకు ప్లవక జీవన దశ ఎంతో లాభిస్తుంది. ఎందకంటే సరికొత్త స్థావరాలు సంపాదించి, ఆ విధంగా స్వజాతి సభ్యుల నుంచి పోటీలేని స్వతంత్ర జీవనం గడిపే అవకాశం దృఢపడుతుంది కాబట్టి.

సముద్ర మత్స్యాల్లో అస్థియుత మత్స్యాలు (టీలియోస్టులు), మృదులాస్థియుత మత్స్యాలు (ఇలా స్మోబ్రాంకులు) రెండూ ఉన్నాయి. ఆర్థిక ప్రాముఖ్యమున్న చేపలన్నీ మరికొన్ని పరిచిత మత్స్యాలతో సహా మొదటి రకానికి చెందినవి. రెండో రకంలో సొరచేపలూ టేకిచేపలూ కైమేరాలూ ఉన్నాయి. ఈ గ్రంథంలోని పరిమితావకాశంలో ఈ మత్స్య జాతుల శరీర నిర్మాణాల్లోనూ ఇతరత్రా ఉన్న భేదాలను సవివరంగా ప్రస్తావించలేం. నిర్మాణంలోనే కాక శరీరధర్మాల్లోనూ ప్రత్యుత్పత్తి విధానాల్లోనూ మరి ఇతర లక్షణాల్లోనూ భేదాలున్నాయని గుర్తించక తప్పదు.

మృదులాస్థియుత మత్స్యాల్లో సముద్ర మత్స్యాల్లో అతి పరిమాణం గలవి కొన్ని ఉన్నాయి. అవి చాలా సమర్థంగా ఈదగలవి. పరభక్షులయినందువల్ల అవి తరచుగా ఇతర జంతువులనూ సముద్రాల్లోకి తరుచుగా వచ్చే మానవులనూ ఎదుర్కొంటుంటాయి. మృదులాస్థియుత మత్స్యాలు శిశూత్పాదకాలు - అవి పిల్లల్ని పెడతాయి. తినడానికి అంత బాగుండవు గాని సొర, టేకి చేపలు చేపనూనెలకు మంచి ఆధారాలు. ఆ నూనెలకు వైద్యంలో పరిశ్రమల్లో రకరకాల ఉపయోగాలున్నాయి.

అస్థియుతమత్స్యాలు సముద్రాలను ఏలుతుంటాయి. వాటిలో అనేకం నిజమైన తరణకాలు. వాటి పరిమాణాల్లో, శరీర నిర్మాణాల్లో, జీవన విధానాల్లో, ప్రత్యుత్పత్తి పద్ధతుల్లో ఉన్న బ్రహ్మాండమైన వైవిధ్యాన్ని సంక్షేపించటం కూడా సాధ్యపడదు. సార్డను, మాకెరెల్, చందువాయి, బాంబేడక్, ఏకాంకోవీస్, స్కాంబ్రాయిడ్సు, వైట్ బెలిస్, బేడిస వంటివి అనేక భక్షణీయ మత్స్యాలు అస్థియుతాలు. ఎగిరే చేపలు, సముద్రాశ్వం, పైప్ చేప, తూనా, బటర్ప్లయ్ చేప, అగాధాంధమత్స్యాల వంటి అనేక విలక్షణ జాతులు కూడా ఈ వర్గానికి చెందినవే. తూనాలు, జలుగు చేపలు, మలుగు చేపలను గురించి ప్రత్యేకంగా పేర్కొనవలసి వుంది. అవి తమ జీవితకాలంలో వేలకొద్ది కిలోమీటర్లు ప్రయాణించే భ్రమణశీల జంతువులు. తూనాలు గంటలకు 60 కిలోమీటర్ల వేగంతో ప్రయాణిస్తూ విరామం లేకుండా ఈదుతూనే వుంటాయి. పది సంవత్సరాల వయస్సున్న తూనా పుట్టినప్పటినుంచీ మిలియన్ కిలోమీటర్లు ప్రయాణించి వుంటుందని అంచనా. ఎగిరే చేపలే గంటకు 50 కిలోమీటర్ల వేగంతో ఈదడం చూశారు. అయితే వాటి చలనం పరిమితం. మాకెరెల్ చేపలు కూడా పెద్దపెద్ద చట్టుదిబ్బల దగ్గర దీర్ఘ ప్రయాణాలు చేస్తుంటాయి.

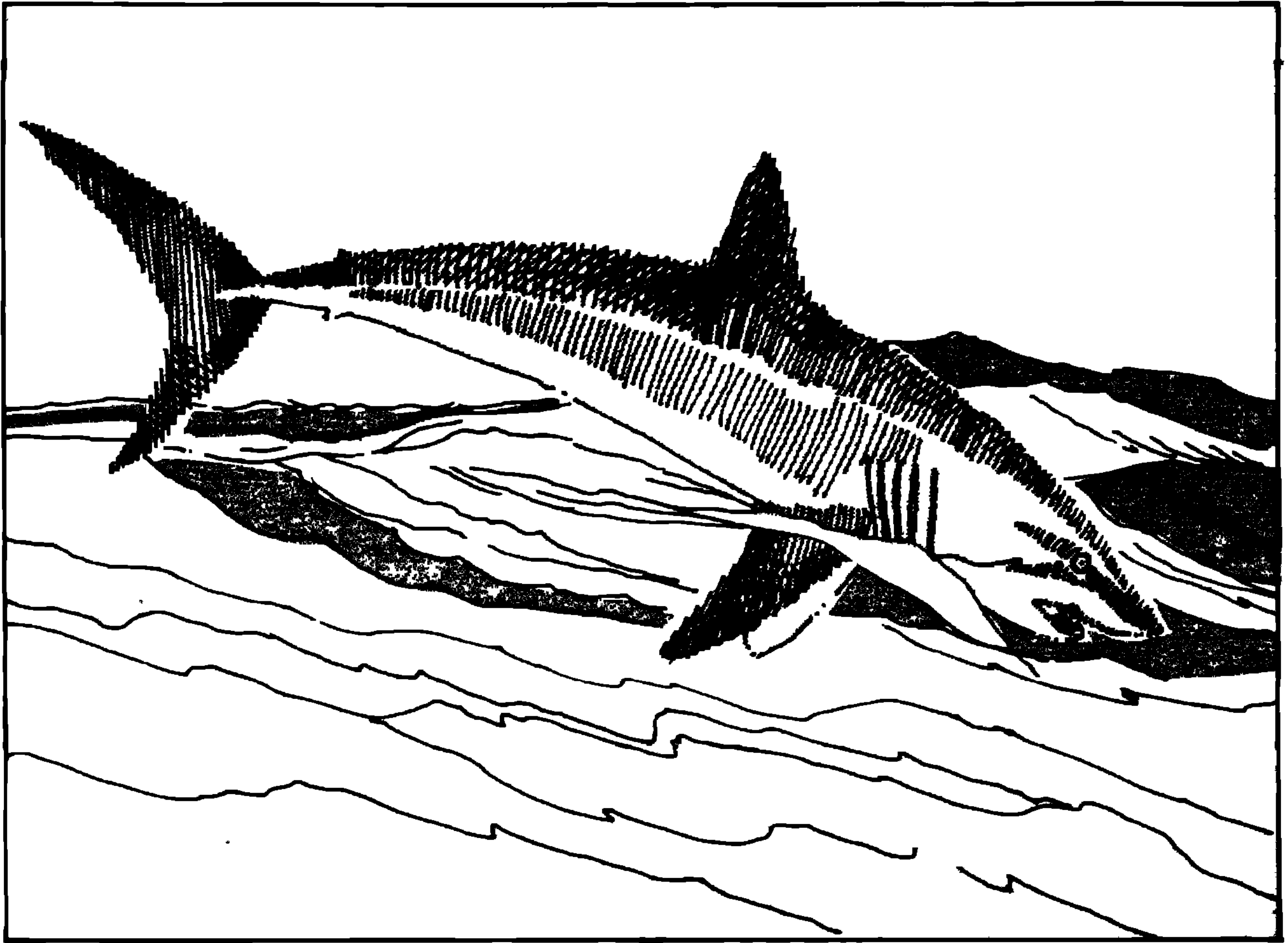
జలుగు, మలుగు చేపలు ఆయా ఋతువుల్లో క్రమబద్ధంగా వలసపోతుంటాయి కాబట్టి మనకు అవంటే ప్రత్యేక శ్రద్ధ. సహజ సముద్ర నివాసాల నుంచి జలుగు చేపలు తమ శోభన గృహాలయిన ప్రత్యేక నదులకు వలసపోతుంటాయి. నదుల్లో పుట్టిన సముద్రాల్లో ప్రౌఢ జీవితం గడిపి, తిరిగి ప్రత్యుత్పత్తి కార్యాల నిమిత్తం నదులకు చేరుతుంటాయి. ఇటువంటి వలసలు

అద్భుతావహం. ఎందుకంటే సరిగ్గా తాము బయలుదేరిన నదుల దగ్గరకు అవే చేపలు క్రమం తప్పకుండా తిరిగి వస్తుంటాయి కాబట్టి. వలసపోయే మత్స్యాల్లో మలుగు చేపలది మరో ప్రధాన వర్గం. పాముల్లా ఉండే ఈ చేపలు తమ జీవితంలో ఒక భాగాన్ని సముద్రాల్లోనూ మరో భాగాన్ని నదుల్లోనూ గడుపుతుంటాయి. ప్రజననం సముద్రంలో జరుగుతుంది. చాలా కాలం పాటు వాటి డింభకాలు ప్లవక జీవితం గడుపుతాయి. మలుగు చేప డింభకాలు, లేదా లెప్టోసెఫాలై నదీముఖంగా బయలుదేరి సముద్ర తీరాలకు చేరే సమయంలో ప్రౌఢజీవులుగా రూపాంతరం చెందుతాయి. ఇటువంటి చేపల వలసలను పక్షులు వలసపోవటంతో పోల్చవచ్చు.

మత్స్య వ్యాపారంలో ప్రధాన వస్తువులు తరణకాలు. అందులోనూ ముఖ్యంగా అస్థియుత మత్స్యాలు. ప్రోటీన్లు నిండిన పోషకాహారాన్ని దేశ దేశాలకు సరఫరా చేస్తూ మత్స్య పరిశ్రమను అభివృద్ధి చెందిన దేశాలు చక్కగా నిర్వహిస్తున్నాయి. మత్స్యపరిశ్రమాభివృద్ధికి మనదేశంలో చేయవలసింది చాలావుంది.

మహాసముద్రాల్లో ఏ మూల చూసినా తరణక జంతువులు కనిపిస్తాయని ఇంతకుముందే తెలుసుకున్నాం. అయితే సముద్రం లోతుల్లో అవి ఎక్కువగా ఉండే మట్టిలో చెప్పుకోదగినంత భేదముంది. వాటిలో అత్యధిక భాగం పైపొరల్లోనే కనిపిస్తుంది. అందులోనూ ముఖ్యంగా తీరప్రాంతాల్లో. ఈ ప్రాంతంలోనే జంతువృక్షప్లవకాలు గరిష్టస్థాయిలో ఉంటాయి కాబట్టి అది సహజమే. అంతేకాక ఈ ప్రాంతంలో తాపక్రమం, లవణీయత, పీడనం, తదితర ధర్మాలు సగటుగానే ఉంటాయి. అయినప్పటికీ, మధ్య జలాల్లోనూ అడుగు దగ్గరా ఉండే తీర ప్రాంత మత్స్యాలు విభిన్నంగా ఉంటాయి. 500 మీటర్ల దిగువ కటిక చీకట్లో కిరణజన్య సంయోగక్రియ జరగనందువల్ల జంతుప్లవకాల సంఖ్య చాలా తక్కువ. నిజానికి తరణకప్లవకాలు రెండూ నీటి చీకటి పొరల్లో ఉన్నప్పుడు పైనున్న కాంతిమయ ప్రాంతం నుంచి సముద్రం అడుగు భూములకు గురుత్వాకర్షణ ఫలితంగా నిరంతరం జారిపడుతున్న ఆహారకణాల మీద సేంద్రియ శేషాలమీదా ఆధారపడక తప్పదు. నిజానికి ఆహారసేకరణ ఒక జూదంగా పరిణమిస్తుంది. తమదారిలో లభించిన వాటిని

జంతువులు కబళించక తప్పదు. ఫలితంలో అగాధ తరణకాల శరీర నిర్మాణంలోనే రకరకాల మార్పులు అవసరమయ్యాయి. సాధారణంగా అవి గుడ్డివి. మందకొడిగా ఉంటాయి. ఆహారసేకరణకు వాటికి ప్రత్యేకమైన సాధనాలుంటాయి.



చిత్రం 24 : సముద్రంలో ఉండే చాలా దుర్మార్గమైన సొరచేప. సొంతంగా వేటాడుతుంది. అయితే దీని రక్తం వాసన ఇతర సొర చేపలను దగ్గరకు తెస్తుంది.

జంతుప్లవకాలు కేవలం జతకటానికి ఎదుర్కోవలసిన ప్రమాదకర పరిస్థితులే అనంతం. విస్తృత జలాల్లో 'చంపితిను లేదా చచ్చిపో' అనేది సాధారణ సూత్రం. ఫలితంగా ప్రౌఢజీవులే గాక గుడ్లూ డింభకాలూ బాల్యదశలోని ప్రాణులూ నిరంతరం సంఖ్యాబలంతో తగ్గిపోతూనే ఉంటాయి. మహాసముద్రాల్లో నానారకాల ఉపద్రవకాలూ యధేచ్ఛగా విహరిస్తాయి. సముద్ర జంతువులు పునరుత్పత్తి పెంపుదల వల్ల సంఖ్యా బలం తగ్గిపోకుండా చూసుకుంటాయి. ఉదాహరణకు ఒక్క కాడ్ చేప ఒక్క రుతువులో 5 మిలియన్ల గుడ్లు పెడుతుంది. అయినప్పటికీ కాడ్ చేపల సంఖ్య ఏటేటా పెరగటం లేదంటే అయిదు మిలియన్ల గుడ్లలోనూ కొన్ని మాత్రమే పరిమితికి

వచ్చి ప్రజనానికి తోడ్పడుతున్నాయన్నమాట. గోధుమలు పండించే రైతు వచ్చే నాట్ల కాలానికి కేవలం కొన్ని కిలోల విత్తనాలు కావాలని వ్యవసాయం చేయడు. సంవత్సరం పొడుగునా అతని కృషి చాలా కుటుంబాలకు ప్రాథమికాహారం కల్పిస్తుంది. సముద్ర జీవావరణం ఆ రైతు లాగే ప్రవర్తిస్తుంది. అసంఖ్యాకజాతుల జంతువుల అధికోత్పత్తి సంక్లిష్టమై సంకీర్ణమైన జీవావరణ నిర్వహణలో ఇతరేతర జతువుల అస్తిత్వానికి తోడ్పడుతోంది.



చిత్రం 25 : స్నైప్ మలుగు చేప

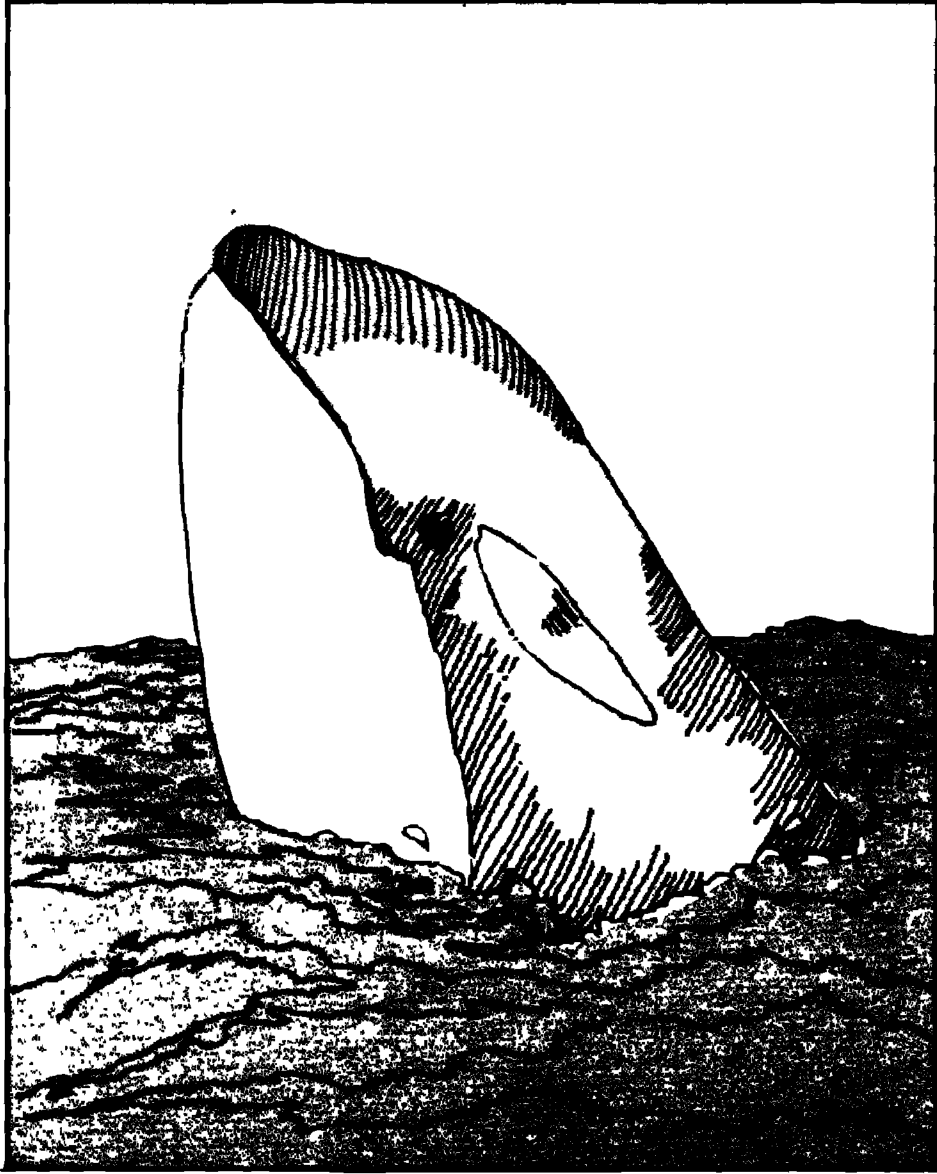
చేపలతో బాటు అనేక తరణక జంతువులున్నాయి. వాటిలో స్క్విడ్లది అత్యంత ప్రాధాన్యం గల వర్గం. ఇవి చాలావేగంగా ప్రయాణించే మలస్కులు. వాటికి రెండేసి బాగా అభివృద్ధి పొందిన కళ్లూ, పదేసి పొడుగాటి కండపట్టిన చేతులవంటి రెక్కలూగాక తమ వేటను లాగి పట్టుకోవడానికి శక్తిమంతమైన చూషకాలూ ఉంటాయి. తరణక జాతిలో మరో ప్రధానమైన అకశేరుకాలు క్రస్టేషియన్లు. రః జాతిలోనే రొయ్యలు. మైసిడ్లు, యూఫసిడ్లు (క్రిల్) తదితర క్రస్టేషియన్లు. ఇవి సమృద్ధిగా ఉన్నాయి. ఎంతో లోతులవరకూ కనిపించే రఃజాతులు మంచి తరణకాలు.

తరణకాలుగా బతికే అనేక కశేరుకాలు కూడా ఉన్నాయి. కశేరుకాల్లో తక్కువ స్థాయికి చెందిన సైక్లోస్టోములు (హాగ్ చేపలు, పెద్ద మలుగు చేపలు) అట్లాంటిక్ పసిఫిక్ మహాసముద్రాల్లో సర్వసాధారణం. ఒక విధంగా అవి పరాన్నభుక్కులు. అవి ఇతర కశేరుకాల రక్తమాంసాల మీద, ముఖ్యంగా చేపల మీద, బతుకుతుంటాయి. ఉన్నతస్థాయి కశేరుకాల్లో సముద్రపు తాబేళ్లూ సముద్ర సర్పాలూ అనే సరీసృపాలున్నాయి. ఈ రెండు జాతులూ ఉష్ణ సమశీతోష్ణ మండలజలాల్లో వ్యాపించి వున్నాయి. అవి బాగా ఈదగలవు వాతావరణంలోని గాలిని పీల్చుకోవటానికి వీలుగా సముద్రో పరితలానికి దగ్గర్లో ఉంటాయి. గుడ్లు పెట్టడానికీ, పెట్టిన గుడ్లను పొదగటానికీ సముద్రపు తాబేళ్లు తరుచుగా తీర ప్రాంతాలకు వస్తుంటాయి ఒక పక్కనుంచి మరో పక్కకు చదునుతేలిన తోకలు గల సముద్రసర్పాలు ప్రాణాంతకమైన విషజంతువులు అవి పిల్లలు పెడతాయి జీవితకాలమంతా సముద్రంలోనే గడుపుతాయి ఈ పాములూ తాబేళ్లూ నిజమైన తరణకాలు అవి బాగా ఈదగలవు ఉపద్రవకారులు.

ఇతర సముద్రజీవులు

పక్షుల్లో సముద్ర జీవితానికి అలవాటు పడ్డ జాతులనేకమున్నాయి. ఆహారం కోసం అవి నీళ్ల మీద ఈదగలవు. వాటికి ఆహారం సమకూర్చేది ప్రధానంగా సముద్రం మాత్రమే. సాధారణంగా భూమి మీద నివసిస్తూ సముద్రంలో తిండితినే కొన్ని రకాల పక్షులున్నాయి కానీ పక్షులన్నీ పునరుత్పత్తి సమయంలో భూమిమీదనే ఉంటాయి సాయంసమయానికి గూటికి చేరవలసి వున్నందున సముద్ర పక్షులన్నీ అగభీర జీవులే.

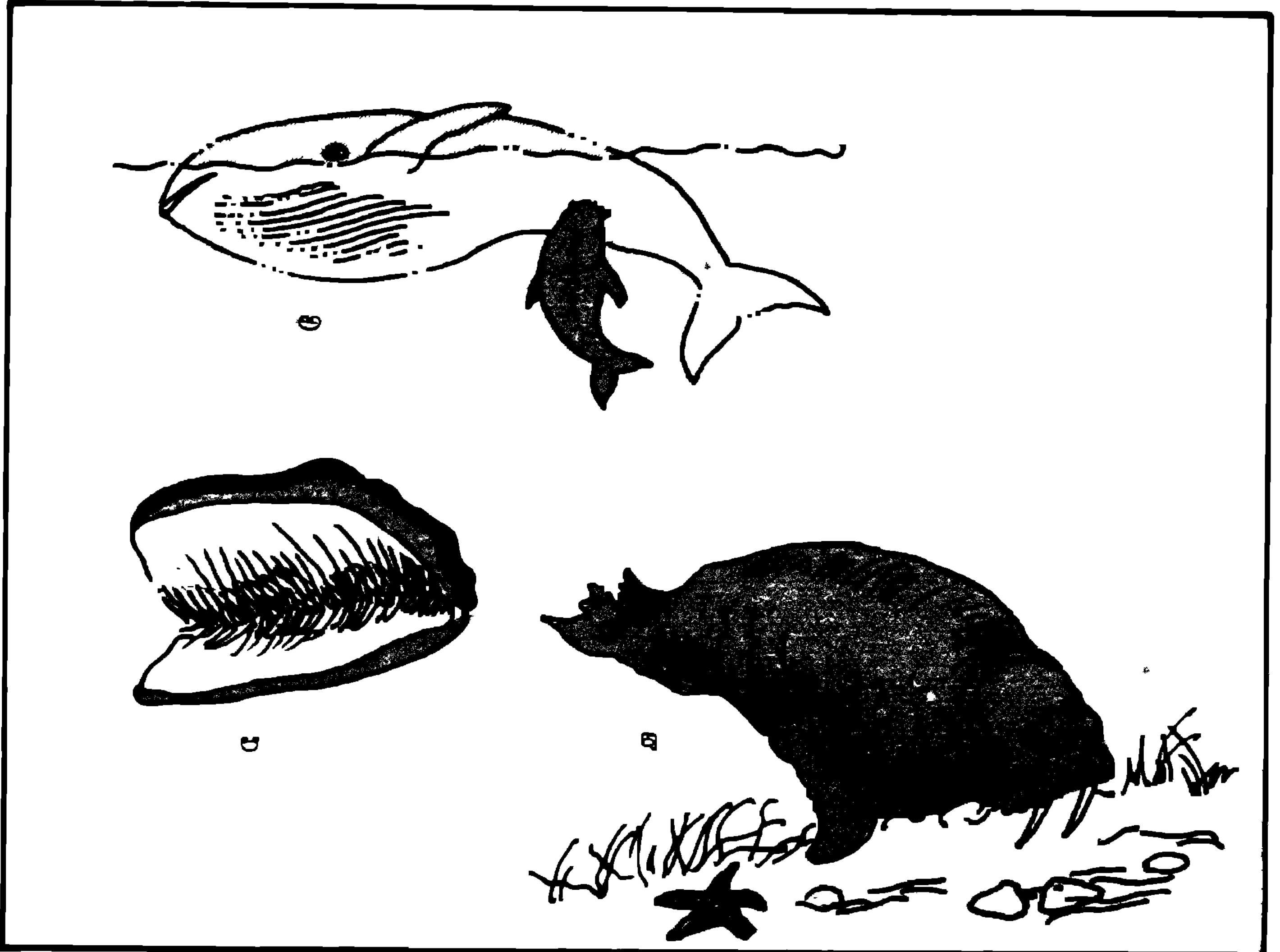
సముద్రస్తన్య జీవులు ప్రధానంగా మూడు క్రమాలకు చెందినవి; పెద్ద శరాలున్న సెటేషియన్లు, ఈలవేసే సైరెనియన్లు. మాంసాహారులైన కార్నివోరా. స్తన్యజీవులన్నీ మొదట భూచరాలుగా ఉండి సముద్ర జీవనాన్ని రెండో పక్షంలో అలవాటు చేసుకున్నాయి. అయితే చాల సందర్భాల్లో ఈ అనుకూలనం పూర్ణంగా జరిగింది. అవి గాలి పీల్చేవయినా భూమిమీద జీవించలేని స్థితికి వచ్చాయి. సెటీషియన్లలో తిమింగిలాలు, తూరమీనులూ, డాల్ఫిన్లూ చేరుతాయి. ఇవి ఉష్ణ సమశీతోష్ణ సముద్ర ప్రాంతాల్లో సర్వసాధా



చిత్రం 26 : ఆకలితో చంపడానికి నీటి నుండి పైకి వచ్చుచున్న తిమింగలం

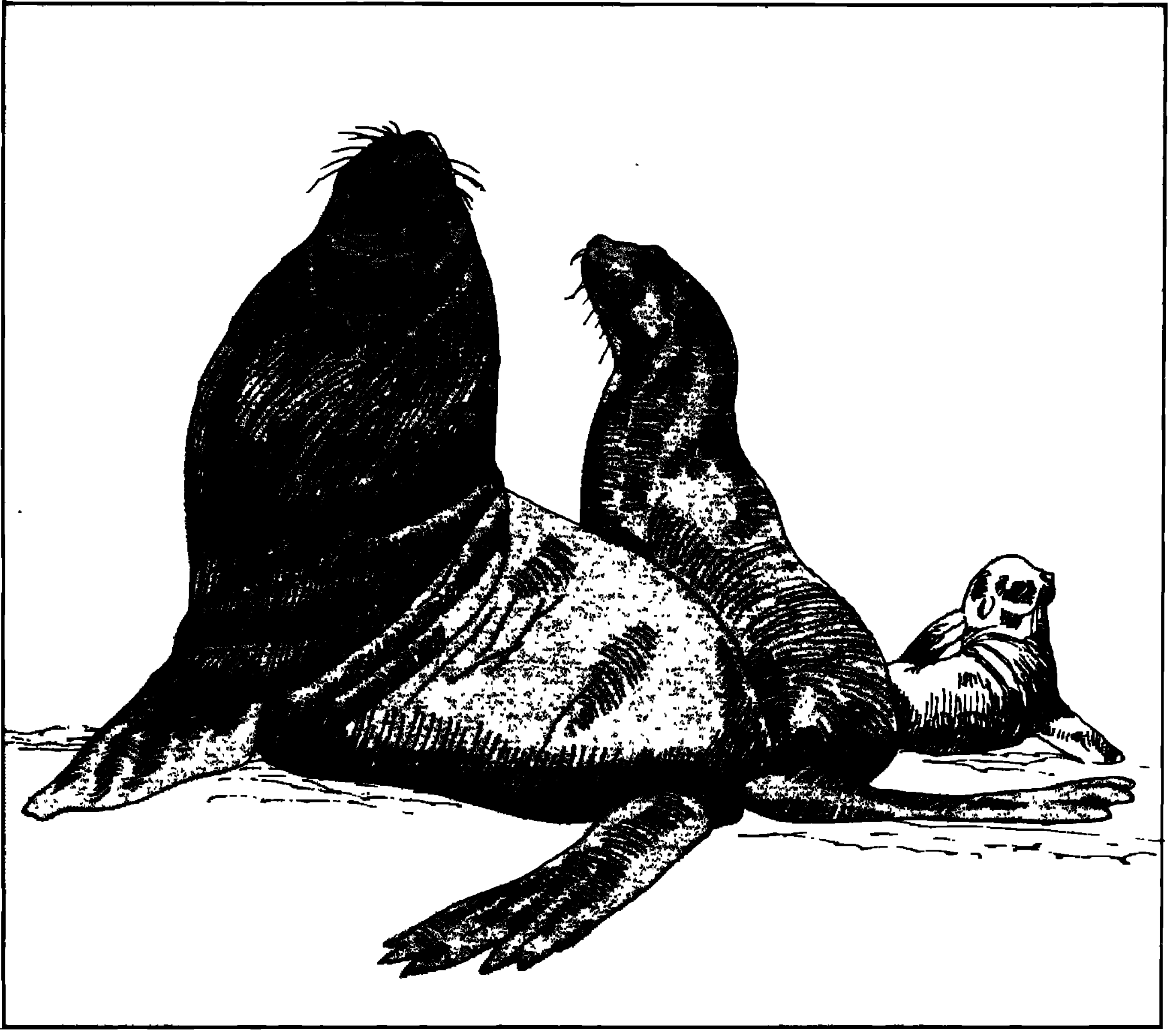
రణంగా ఉండేవి. జీవజంతువులన్నిటిలోనూ పెద్దవి తిమింగిలాలే. 50 మీటర్ల దాకా పెరిగి అన్ని టన్నుల బరువు తూగుతాయి. తిమింగిలాలు ముఖ్యంగా రెండు రకాలు - దంత పంక్తికలవీ, బెలీన్లు ఉన్నవీ - అని. మొదటి రకానికి దవుడల మీద పలువరుసలుంటాయి. అవి తమ ఎరలను ఒక్కొక్కటిగా పట్టుకోగలవు. రెండోరకానికి దంతాలుండవు. వాటి స్థానంలో అరిగిన రేకుల్లాంటి బెలీన్లు పై దవడకు రెండు పక్కలా వేలాడుతుంటాయి (చిత్రం 27). ఈదుతున్నప్పుడు నోరు తెరచివుంచి బెలీన్ తిమింగిలాలు చిన్నచిన్న జీవుల్ని వడియబోస్తాయి. వాటికి నచ్చిన ఆహారం కోపెపొడ్లు, టెరోపొడ్లు, క్రిల్ చేపలు. పళ్లున్న జాతిలో తూరమీలు (porpoises), గండుమీలు (dolphins) ఉన్నాయి. ఇవి తీరజలాల్లో కనిపిస్తాయి. బృహత్పరిమాణం

గల తిమింగిలాల్లో స్పెరం లేక, బాటిల్ నూస్‌వేల్ చేరుతాయి. ఇవన్నీ బాగా ఈదగలవు. పెద్దపెద్ద స్క్వీడ్ చేపలు పట్టడానికి అవి చాలా లోతులకూడా పోగలవు. అవి సాధారణంగా మందకట్టి చేపల గుంపుల వెంట ఈది పోతుంటాయి. భూచర సకశేరుకాల నుంచి ఏర్పడ్డ వయినా,



చిత్రం 27 : (అ) పిల్లకు పాలిస్తున్న తిమింగలం. (ఆ) బెలీన్ తిమింగిలం బెలీన్. ఇది చిన్న చిన్న జీవాలను వడియకట్టడానికి ఉపయోగిస్తుంది. (ఇ) కాకి చిప్పల కోసం, ఇతర ఆహారం కోసం మంచును కుళ్లగిస్తున్న వాల్రస్.

ఇప్పటికీ వాటి శరీరాల్లో ఉష్ణరక్తమే ప్రసరిస్తున్నా, తిమింగిలాలు పూర్తిగా సముద్రజీవనానికే అలవాటు పడ్డాయి. అవి పిల్లలు పెట్టి కొంతకాలం పాలిచ్చి పెంచుతాయి. పిల్లలు పుట్టినప్పుడు దాదాపు 7 మీటర్ల పొడవుంటాయి; రెండు టన్నుల కన్నా ఎక్కువ బరువుంటాయి. ఆరునెలల్లో తిమింగిలం పిల్ల రెండింతలు పొడుగు పెరిగి పదింతల బరువెక్కుతాయి. తిమింగిలాలు సాలుకు 30 టన్నుల చొప్పున పెరిగి, రెండేళ్ళలో పరిణతికి వస్తాయి.



చిత్రం 28 : మందలుగా పోయే సముద్ర సింహాలు మనుష్యులతో సులువుగా వాడుకపడి పోతాయి.

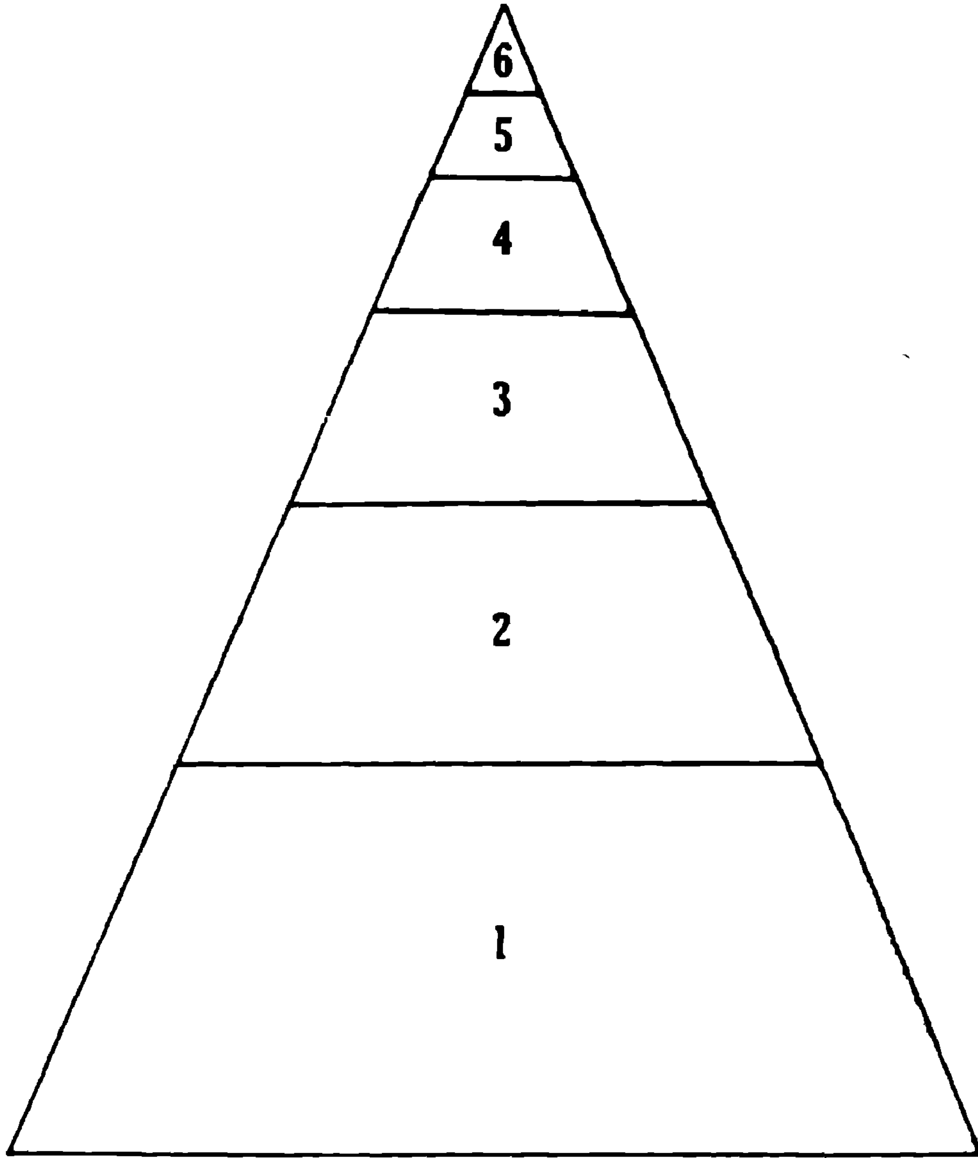
శరీర నిర్మాణంలోనూ ప్రవర్తనలోనూ సైరెనియన్లు నిజమైన జల జంతువులు. ఈ వర్గానికి ప్రధాన ప్రతినిధులు సముద్రగోవులు. అవి తీరజలాలంటే ఇష్టపడతాయి. ఇవిగాక పూర్తిగానో పాక్షికంగానో సముద్ర జీవనానికి అలవాటుపడ్డ అనేక మాంసాహారులున్నాయి. వాస్తవానికి అవి తీరంలోనో తీరప్రాంతాల్లోనో నివసిస్తాయి. కానీ అవి లోతులేని నీటిలో ఈది ఎరను పట్టగలవు. అవి సముద్రం అడుగుల్లోని నత్తగుల్లలను తవ్వి తీయగలవు. ధ్రువప్రాంతాల్లోని మంచులోనూ తవ్వగలవు. వాల్రసులు, సీల్ చేపలు, ఆటర్లు, సముద్ర సింహాలు మొదలైనవి ఇందుకు ఉదాహరణలు. మాంసాహారుల్లో అత్యధికభాగం శీతలప్రాంతాల్లో నివసిస్తుంటాయి. ఉన్నికోసం దంతాలకోసం వాటిని వేటాడుతారు. ఆ రెండు వస్తువులూ మంచి ధర పలుకుతాయి.

సముద్రంలో ఆహారోత్పత్తి

సముద్రాల్లోని ఆహారావృత్తి విషయాన్ని ఇక్కడ ప్రస్తావించాలి. సువిశాల మహాసముద్రాల్లోని జీవన విధాన శృంఖల మొత్తానికి సంబంధించిన భావన ఇది. భూమిమీద వ్యవసాయం ప్రధాన రంగమని మనకు తెలుసు. వ్యవసాయ కార్యక్రమాల ద్వారానే మనిషి ఆహారావసరాలు మొత్తం, అతని పశుగ్రాసం మొత్తం, అతని పరిశ్రమలకు కావలసిన ముడిసరుకు మొత్తం లభిస్తున్నాయి. ఈ సువిశాల మహాసముద్రాల్లో ప్రాథమికాహార పదార్థాలను మిలియన్ల కొద్ది టన్నుల్లో ఉత్పత్తి చేస్తున్నది అతి సూక్ష్మవృక్ష జాతులు తమకు సహజమైన కిరణజన్య సంయోగక్రియ ద్వారానే. అపార మహాసముద్ర జలాల్లో వృక్షప్లవకాలు అనంత పరిమాణంలో సృష్టిస్తున్న సంపదతో పోలిస్తే ఆ శైవలాలు కూడా ఉత్పత్తి చేస్తున్న ఆహారం చాలా కొద్దిభాగం మాత్రమే. ఈ అతిసూక్ష్మ వృక్షాలను చిన్నచిన్న జంతు ప్లవకాలు భక్షించి బతుకుతున్నాయి. చిన్న ప్లవక జంతువులను అందువల్ల సముద్రాల్లోని వినియోగదారులని చెప్పవచ్చు. గడ్డతినే జంతువులన్నమాట. వాటిని పెద్దసైజు ప్లవక జంతువులూ చిరుచేపలూ భక్షిస్తాయి ఆ చిరు చేపలను అసంఖ్యాకమైన తరణక జాతి వాటితో సహా వాటికన్నా పెద్దదయిన జీవరూపాలు ఆహరిస్తున్నాయి. ఈ సముద్ర జంతువుల్లోని చాలా కొద్ది భాగాన్ని మనిషి భక్షిస్తున్నాడు. పక్షులూ, తదితర భూచర జీవాలూ భక్షిస్తున్నాయి.

అందువల్ల సముద్రాల్లోని ఆహారవృత్తిని గురించి మొదట తెలుసుకోవలసిన సత్యం ఏమంటే, అక్కడ అనుక్షణం బిలియన్ల కొద్ది సజీవప్రాణులు పుడుతూ చస్తూ ఉంటాయని, మరికొన్ని బిలియన్లు సజీవంగానే ఆహారమయిపోతున్నాయని లేదా ప్రతికూల పరిసరాల్లో చిక్కుకుపోతుంటాయని. పుట్టిన ప్రతి జీవీ కొంతకాలం తరువాత చస్తుంది. చచ్చిన ప్రాణులు గుళ్లి విచ్ఛిన్నమై పోతాయి. అలా మృతమైన జీవాల్లో చాలా భాగం వేలాడే కణాలుగా నీటిలో మిగిలిపోతుంది. కానీ అంతకన్నా ఎక్కువ పరిమాణంలో అడుక్కు జారిపోయి అధోనిక్షిప్తాల్లో కలిసిపోతుంది. ఎలా జరిగినా అసంఖ్యాక బాక్టీరియములు ఆ పదార్థాన్ని విచ్ఛిన్నం చేస్తాయి. మృతజీవుల శరీరాలను అవి ఏర్పడక ముందున్న సేంద్రియ నిరింద్రియ

పదార్థాలనుగా విచ్ఛిన్నం చేసిన బాక్టీరియా వాటిని పూర్వ వ్యవస్థకు తెచ్చి ఆహారావృత్తిలో చరమ బంధంగా భాసిస్తున్నది.



చిత్రం 29 : ఆహారావృత్తి, లేదా ఆహార సూచీ నిర్మాణం మానవుడి బరువులో ఒక్క కిలోగ్రాం పెరగాలంటే సముద్రంలో లక్ష కిలోగ్రాముల వృక్ష కణజాలం ఉత్పత్తి కావాలి

వృక్షప్లవకాలూ తదితర వృక్షజాతులూ ఆహారావృత్తిలో ప్రాథమిక భాగాలుగా ఉన్నాయని గమనించాం. అవి సముద్రజలంలో కరిగిపోయిన (సేంద్రియ, నిరింద్రియ) పదార్థాల నుంచి తమను పోషించుకుంటాయి బాక్టీరియా ద్వారా ఆ పోషక పదార్థాలు నిరంతరాయంగా జీవావరణ వ్యవస్థలో చేరుతున్నందువల్ల ఈ ప్రాథమిక పోషకపదార్థాలకు కొరతలేదు. ఇవిగాక దినదినం అసంఖ్యాక నదుల నుంచి, వర్షజలం నుంచి కరిగిన పదార్థాలు

భారీఎత్తున సముద్రజలంలో వచ్చి చేరుతూనే ఉంటాయి. సముద్రం అట్టడున నిక్షిప్తమై పోషక పదార్థాలు ఊర్ధ్వపీడనం, తదితర ఊర్ధ్వ ప్రసరణల ద్వారా కదలబారి పైపొరలకు చేరి వ్యాపిస్తూనే ఉంటాయి. అంతేకాక సంశ్లిష్ట ప్రసరణ వ్యవస్థ ఒక జలరాశి నుంచి మరోదానికి పోషక పదార్థాలను చేరుస్తూనే ఉంటుంది. ఈ విధంగా ఈ వస్తువుల వితరణ అన్నిచోట్లకూ ఏకరూపంలో జరుగుతున్నది.

పైన వివరించిన సంఘటనలు ఆహారావృత్తిని రకరకాల గొలుసుకట్టు పద్ధతిలో సాధిస్తున్నాయి. దీన్ని ఆహారసూచీ నిర్మాణమని కూడా పిలుస్తారు. పరిమాణానికి అనుగుణంగా ఆయా భాగాలకు సూచీ నిర్మాణ సంబంధముంది కాబట్టి అలా పిలుస్తారు (చిత్రం 29).

సముద్రజీవుల వైవిధ్యం, పరిమాణం నిజంగా అవధిలేనిది, అసంఖ్యాకం. ప్రతి సంవత్సరం అనేక నూతన జాతి ప్రజాతులకు చెందిన, అంతకన్నా పెద్ద వర్గాలకు చెందిన జంతువులను కనిపెట్టిన వర్ణిస్తున్నారు. 5 మిలియన్ సంవత్సరాల క్రితం సీలోకాంథ్ అనే అపురూపమైన చేప నశించిపోయిందని విశ్వసించేవారు. కానీ 1938 లో దక్షిణాఫ్రికా తీరంలో ఈ చేపలు రెండిటిని సజీవంగా పట్టుకొని శాస్త్రజ్ఞ లోకం మొత్తాన్ని ఆశ్చర్యచకితులను చేశారు. సముద్రజీవనం ఊహలు పెంచుతుంది. కటికచీకటిగా ఉండే అగాధ ప్రపంచం నుంచి సరికొత్త జీవజంతువు - అంతకు ముందెన్నడూ కనీవినీ ఎరగనిది - బయటపడవచ్చు. మహాసముద్రాల్లోని అగాధాల అంధకారమయ భాగాలు ఇంతకాలంగా దరికిరానీయకుండా అడ్డగిస్తున్నందున బహుశా మానవుడు ఏనాటికీ సముద్ర జంతు ప్రపంచం మొత్తాన్ని పూర్తిగా తెలుసుకోలేకపోవచ్చు.

ఏడో ప్రకరణం

జలాంతర్గవేషణలు

సముద్రమెప్పుడూ మానవుణ్ణి మంత్రముగ్ధుణ్ణి చేస్తూనే ఉంది. అతని ధైర్యసాహసాలను సవాలు చేస్తూనే ఉంది. సముద్రపు తీరంలోని ఇసుక తిన్నెల మీద ప్రశాంతంగా కూర్చొని సముద్ర తరంగ నృత్యాలను తిలకిస్తూ అవి తన సంక్షుభితాత్మకు శాంతి ప్రసాదిస్తున్నాయనీ తన సృజనాత్మక భావనలను ప్రోత్సాహిస్తున్నాయనీ భావించాడు. అన్ని కాలాల్లోనూ అన్ని స్థలాల్లోనూ ఆలోచనపరులైన వ్యక్తుల చేత మహాసముద్రాల విస్తృతి, దాని అంతర్భాగ రహస్యాలు అందులోని జీవరాశుల భయంకరత్వం తలమునకలు పెట్టించాయి. ప్రాచీన మానవనాగరికతలు ప్రపంచ మహానదీ తీరాల్లో ఉద్భవించాయి. కానీ సహజ ప్రవృత్తి వల్లనే నదీతీర నాగరికతలు తత్వరీత్యా పరిమిత దృష్టిలో ఉండి ప్రపంచ వ్యాప్తం కాలేకపోయాయి. టైగ్రిస్, యూఫ్రిటిస్, నైల్, సింధులవంటి మహానదుల దగ్గర పుట్టిన నాగరికతలు క్రమంగా సముద్రతీరాలకు విస్తరించాయి. కోస్తా నాగరికతలు మానవ వ్యవహారాలకు ప్రధాన కేంద్రాలుగా పరిణమించాయి.

సముద్రాల ఆకర్షణలకూ సవాళ్లకూ మానవుడు సృజనాత్మకంగా ప్రతిస్పందించాడు. కానీ మనుష్యులకు సంబంధించినంతవరకూ ఇంతకాలం సముద్రాలదే పైచేయిగా ఉంది. సముద్రాలతో మానవుడికి కలిగిన ప్రతిచర్య చాలా పరిమితంగా మాత్రమే జరిగింది. నిన్న మొన్నటి దాకా సముద్రాంతర్భాగం అతనిని కేవలం అజ్ఞాతంగానే మిగిలిపోయింది. అందులో ఊపిరాడదు కాబట్టి, కొన్ని నిలువుల లోతుకన్నా అతను లోపలికి పోలేడు కాబట్టి సముద్రం అతనికి పూర్తిగా అన్య ప్రపంచంగా తోచింది. అయితే సవాళ్లు ఉన్నంతకాలం ఎదుర్కొనే మానవులుంటూనే ఉంటారు. జయించాలను కొంటారు. సముద్రగర్భాన్ని వదలి పెట్టలేదు.

చాలా ప్రాచీనకాలం నుంచీ సముద్రగర్భాన్ని పరిశోధించడానికి అంటీముట్టని పద్ధతులు పాటించారు. లోతులకు మునగటమనేది ప్రత్యేక కళగా అభివృద్ధమయింది. (కృత్రిమ సాధనాల సహాయం లేకుండా) మునిగే నేర్పరులు సముద్రంలో 50 మీటర్ల లోతుకు మాత్రం పోగలిగాడు. మనిషి గాలి పీల్చుకోవడానికి ఉపరితలానికి రాకతప్పదు కాబట్టి అలాంటి ప్రయత్నాలను తడవకు రెండు నిమిషాల పాటు చేయగలిగారు. అందువల్ల సముద్రగర్భంలో నిరంతరాయంగా ఉండి పనిచేయటానికి ఈ లోయీత సహాయపడలేదు.

ఈ లోపాన్ని పూడ్చటానికి చూడటానికి వీలుగా గాజు తలుపుల కిటికీలు గల నీరు చొరని పెట్టెల్లో పూర్వులు ప్రయత్నాలు చేశారు. పెట్టెలోపలి గాలి కొద్ది నిముషాలపాటుగాని గంటలపాటుగాని ఊపిరి తీసుకోవడానికి వీలుకలిగించింది. అయితే అటువంటి పెట్టెలు చాలావరకు కొయ్యతో చేసినవే కాబట్టి ఎక్కువ లోతుకు పోలేకపోయాయి. పైనీటి బరువుకు ఆ పెట్టెలు బద్దలైపోయ్యేవి. అలెగ్జాండర్ ది గ్రేట్ సాహసోపేతమైన సముద్రగర్భ యాత్ర చేసినట్లు చెపుతారు. ఆయన తాను సుఖంగా కూర్చొని పట్టపగటి వెలుతురులో బయటకు చూడటానికి ఏర్పాటు గల స్థూపాకార నిమజ్జన పాత్రను చేయించాడంటారు. మధ్యధరా సముద్రంలో ఈ జలాంతర్గామితో చాలా పర్యాయాలు ప్రయాణించాడంటారు. అతని లాంటి సరదాలకు ఆనందించి గాజు కిటికీల ద్వారా తాను పరిశీలించిన జంతువులను గురించిన వర్ణనలు రాసిపెట్టిపోయాడు. ఆయన పరీక్షించిన ఒకానొక జంతువు ఎంత

పెద్దదంటే ఆయన వాహనం గాజు తలుపులు పక్కగా వెళ్లడానికి అది చాలా గంటలు తీసుకొందట. అయితే ఆ జంతువును తిరిగి ఎవరూ చూడలేదు.

పదిహేడో శతాబ్దంలో కార్నీలియస్ డ్రెబెల్ అనే డచ్ దేశస్థుడైన ఔత్సాహిక యంత్ర శాస్త్రవేత్త మునిగే వాహనం నిర్మించాలని ఉబలాట పడ్డాడు. 1620 లో కొన్ని మీటర్ల లోతుకు మునగగల ఒక స్థూపాకార వాహనం సృష్టించాడు. అందులో కూర్చున్న వ్యక్తి పంపే సంకేతం గమనించి దాన్ని కొన్ని నిమిషాల తరువాత పైకి చేదుకోవలసి వుంది. మునిగివున్న సమయంలో దాన్ని పెడల్సు తొక్కుతూ నడపవలసివుండేది. ఆ కదలికలు క్షితిజసమాంతరంగా మాత్రమే సాధ్యమయ్యేది. నిర్దిష్టం నిశ్చితమైన లోతులోనే వీలుపడేది. ఆధునిక ప్రమాణాలను బట్టి డ్రెబెల్ సాధనం ఖరీదైన బొమ్మతో సమానం.

జలగర్భంలో ఏదైనా ఉపయోగకరమైన పని జరగాలంటే, నీటి అడుగున మనిషి కాస్త ఎక్కువ సమయం గడపగలిగి ఉండాలనీ, అతని వాహనాలు ఉపయోగకర విన్యాసాలు చేయగలగాలనీ- స్పష్టమయింది. అటువంటి ప్రయత్నాలకు సైనిక ప్రయోజనాలు కూడా ఉంటాయి. అమెరికన్ స్వాతంత్ర్య యుద్ధ సమయంలో ఈ విషయం స్పష్టతరగా తెలిసింది. వర్ధమాన ప్రభుత్వ నౌకాదళం బలవత్తరమైన రాయల్ బ్రిటిష్ యుద్ధ నౌకలతో ఎందునా పోలవు. అందుచేత బలవంతుడైన శత్రువును సమర్థంగా ఎదుర్కోవాలంటే అతణ్ణి కిందినుంచి తన్నాలని అమెరికన్లు నిశ్చయించారు. ఈ కారణం చేతనే అమెరికా వాళ్లు కొన్ని పాతకాలపు. సైనిక జలాంతర్గాములను రూపొందించి నిర్మించారు. ఈ మార్గదర్శక ప్రయత్నం తగిన ప్రతిఫలం పొందింది.

జాన్ హాలండ్ 1900 లో నిర్మించిన సముద్రగర్భయాన సాధనం మొట్టమొదటి నిజమైన జలాంతర్గామి అని వర్ణించవచ్చు. అవి దానిలోపల బిగించిన విద్యుద్ఘట మాలికల వల్ల పుట్టిన శక్తితో తనంత తానుగా నీటిలోపలికీ పైకి పోగలగటంతో బాటు నీటి అడుగున కొద్దిపాటి వేగంతో ప్రయాణించ గలిగింది. ఆ జలాంతర్గామి నీటి అడుగున కొన్ని గంటలు గడపగలిగింది. అయితే విద్యుద్ఘటాలను రీఛార్జి చేయటం కోసం తరచుగా నీటిపైకి రావలసి

వచ్చేది. ప్రథమ ప్రపంచయుద్ధ సమయంలో డీసిల్ నూనెను ఇంధనంగా వాడిన నడపగలిగిన జర్మనీవాళ్లు జలాంతర్గాముల రూపకల్పనలో తయారీలో అఖండ విజయం సాధించారు. అది గొప్ప పురోగామి చర్య. అందువల్ల నీటిమీద చేసినంత సులభంగా నీటిలోపల ప్రయాణించటం సాధ్యమయింది. ద్వితీయ ప్రపంచయుద్ధకాలంలో మరోసారి జర్మనులు విజృంభించి తమ యు-బోట్ల ద్వారా మిత్రరాజ్యాల నౌకా మార్గాలకు నిజంగా ప్రమాదం తెచ్చిపెట్టారు.

ద్వితీయ ప్రపంచ యుద్ధం తరువాత ప్రపంచ వ్యాప్తంగా సముద్రాధిపత్యం స్పష్టంగా సంపాదించాలని, అందులోనూ జలాంతర్గవేషణ రంగంలో మరింతగా కృషి చేయాలనే తపన చాలా పెరిగింది. మామూలు నౌకల పరిమాణంలో ఉండే బృహజ్జలాంతర్గాములు నిర్మించారు. అణుశక్తితో వాటిని నడపటం మొదలయింది. 1955 లో అమెరికా నిర్మించిన నాటిలస్ సముద్రగర్భంలో అనేకమాసాల పాటు ఉంది. ఉపరితలం మీదకు ఒక్కసారి కూడా రాకుండా ఒకటిన్నర లక్షల కిలోమీటర్ల పైగా ప్రయాణించింది. మొట్టమొదటి సారిగా విజయవంతమైన సముద్రగర్భ ప్రయాణాలకు అవరోధంగా ఉన్నది. ప్రయాణ సాధనాలు కావనీ, వాటిలో ప్రయాణించే మానవుల తన్యతా పరిమితి మాత్రమేననీ ఋజువయింది.

హాలండ్ నిర్మించిన వాహనం నుంచి నాటిలస్ దాకా రూపకల్పన చేసి నిర్మించిన జలాంతర్గాము లన్నీ విభిన్నదేశాల సైనిక సామర్థ్యాలకు తోడ్పడటమే ప్రధానోద్దేశంగా కలవే. ఎంతో ఉపయోగకరమైన సముద్ర గర్భ గవేషణలకు అవి సాయపడ్డ వనటంలో సందేహం లేదు. అయితే వాటిలో అత్యధిక భాగం సైనిక ప్రయోజనాల కోసరమే నిర్మితాలు. పైగా జలాంతర్గాములు ప్రయాణించే లోతులు కూడా పరిమితమే. నీటిలో పై పొరల్లోని కొన్నివందల మీటర్ల లోతున ప్రయాణించటానికి మాత్రమే వాటిని సాధారణంగా నిర్మిస్తున్నారు. గస్తీ తిరుగుతూ నీటిమీద తిరుగులాడే యుద్ధ నౌకల మీద దాడిచేయటానికో, యుద్ధావసరాల నిమిత్తం సైన్యాన్ని సైనిక సామగ్రినీ రవాణా చేయడానికో జలాంతర్గాములు ఉపరితలానికి సన్నిహితంగానే ప్రయాణం చేయవలసి వస్తున్నది. అటుగా ప్రయాణిస్తున్న నౌకల విమానాల



చిత్రం 30 : సముద్రగర్భ గవేశణకు ఒక కొత్త రూపాన్ని కల్పించిన అమెరికన్ నౌకాదళం యొక్క నాటిలస్.

గుర్తింపును తప్పించుకోవడానికి చాలినంత లోతుల్లో అవి దాగివుంటే చాలు. అయితే సముద్రగర్భ పరిశోధన చేసే వాహనాలకు ఈ పరిమిత విస్తృతి చాలదు. సముద్ర గర్భ ప్రపంచంలోని మూలమూలల్లో పరిశోధించటానికి ఎంత లోతుకైనా చేరగలగాలనేదే పరిశోధక జలాంతర్గాముల ప్రయోజన లక్ష్యం. ఇలా చేయాలంటే అటువంటి వాహనం అన్నిరకాల అడ్డంకులనూ అధిగమించగలిగి ప్రయాణీకులను భద్రంగా సముద్రోపరితలానికి చేర్చగలిగి వుండాలి. అంతేకాదు ; పైనున్న జలస్తంభాల అపరిమిత పీడనం భరించ గలగటంతో బాటు లోపలి ప్రయాణీకులు పనిచేయడానికి అత్యవసరమైన సౌకర్యాలు కల్పిస్తూ సమస్త సాధనాలనూ దాచటానికి వీలుగా ఉండాలి. చివరకు నిర్దిష్టమైన లోతుల్లోకి పరిసర జీవావరణాల నుంచి కావలసిన భౌతిక

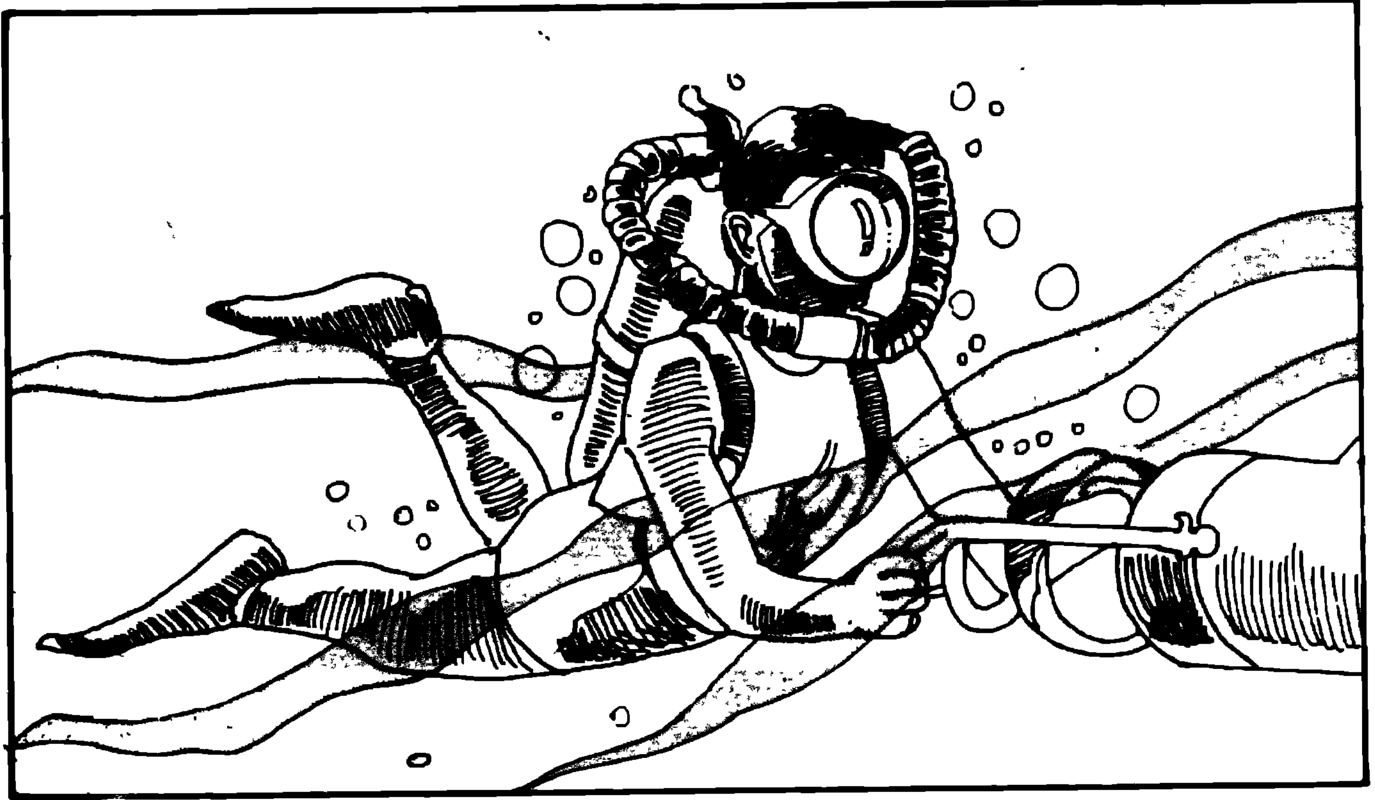
జీవపదార్థాలను సేకరించటానికి అవసరమైన యంత్రసాధనలన్నిటినీ మోయ గలిగి వుండాలి.

అంతరవకాశ విజయానికి మానవుడు చేసే ప్రయత్నాలు మూడు స్పష్టమైన దిశల్లో నడిచాయి. (1) నీటి అడుగున వీలయినంత లోతున హాయిగా పనిచేయటానికి తోడ్పడే శ్వాసక్రియోపకరణాలను తయారు చేయటం. ఈ పద్ధతి ద్వారా మాత్రమే మనిషి చేపలాగా బతుకుతూ పనిచేయగలడు. (2) అట్టడుగు లోతులకు తీసుకపోగలిగిన జలాంతర్గామిని రూపకల్పన చేసి నిర్మించి రకరకాల పరిశోధనలు చేయడానికి వీలుకల్పించటం. (3) సముద్ర భూతలం మీద ప్రయోగాత్మక వసతి గృహాలను నిర్మించటం. ఇందువల్ల సముద్రగాములు (oceanauts) సముద్రగర్భంలో నిరంతరాయంగా తగినంతకాలం నివసిస్తూ ఆ అన్య ప్రపంచాన్ని దాని సహజ పరిస్థితుల్లో పరిశోధించగలడు. (సముద్ర గర్భంలో తరుచుగా ప్రవేశించేవాళ్లను సముద్రగాములంటారు. విశ్వాంతరాళంలో ప్రయాణించే వాళ్లను వ్యోమగాములన్నట్లు, సముద్రగాములను వ్యోమ గాములని కూడా పిలుస్తున్నారు). ఈ త్రివిధ పరిశోధన రంగాలను గురించీ ఇక్కడ క్లుప్తంగా వర్ణిస్తున్నాం.

నీటి అడుగున బహువిధోపయోగ–జలశ్వసనకం (ఆక్వాలంగ్)

"చేపలను పరిశీలించటానికి సర్వోత్తమమార్గం చేపగా జీవించటమే. అలా చేపగా–లేదా దానికి దగ్గరి నమూనాలాగా – బతకటమంటే సముద్ర గర్భంలో ఊపిరిపీల్చటానికి పనికివచ్చే సాధనం – ఆక్వాలంగ్‌ను – వాడటమే". ఈ మాటలన్నది సుప్రసిద్ధ సముద్రగర్భ పరిశోధకుడైన ఫ్రెంచ్ వ్యక్తి కెప్టెన్ కోస్టూ. లోయీత ప్రాచీనవృత్తే గాని లోయీతగాడి కష్టమల్లా ఈదులాడే సమయంలో ఊపిరితిత్తుల నిండా ఉన్న కొద్దిపాటి ఊపిరిమాత్రమే. మానవుడీ లోతులను జయించాలనే ఆశలన్నీ ఈ ఒక్క లోపం వల్లనే అడియాసలయ్యాయి – కేప్టన్ కోస్టూ. అతని ఇంజనీరు స్నేహితుడు కాగ్నాన్ కలిసి ఆక్వాలంగ్, లేదా 'స్క్యూబా' ను (SCUBA–Self-Contained Underwater Breathing Apparatus – స్వయంసంపూర్ణమైన

జలగర్భశ్వసన సాధనం) కనిపెట్టేదాకా. గాలిలోలాగానే సులభంగా నీటిలో ఊపిరిపీల్చుకోవడానికి ఈ సాధనం సహాయకారి. ఇది దీర్ఘకాలం పాటు నీటిలో ఉండటానికే కాక ఈ అపరిచిత ద్రవ మాధ్యంలోతులు చేరటానికి కూడా పనికి వసుంది. (చిత్రం 31.)



చిత్రం 31 : జలశ్వసనకాన్ని, ముఖానికి ముసుగునూ కాళ్లకు వాజాలనూ ధరించిన లోయీతగాడు

ప్రధానంగా జలశ్వసనకంలో ఒకటిగాని అంతకు ఎక్కువగాని సంపీడితవాయువు నింపిన లోహస్థూపాలూ, ఉద్ధుకుడుచుకోకుండా తగిన ప్రయాణంలో గాలిని యీతగాడికి సరఫరా చేసే నాళికా వ్యవస్థా, నియంత్రణ సాధనాలూ ఉంటాయి. దీనితోబాటు ఈతగాడు పారదర్శకమైన ప్లాస్టిక్‌తో చేసిన జలనిరోధకమైన ముసుగును ముఖానికి తొడుక్కుంటాడు. ఇది స్థూపాలనుంచి గాలిని సరఫరా చేస్తుంది. అజ్ఞాత ప్రపంచంలోని దుష్కర పరిస్థితుల్లో ఈ వ్యవస్థ చక్కగా పనిచేసేట్లు నిర్మించటంలో నిజానికి గొప్ప యంత్రశాస్త్ర నైపుణ్యం ప్రదర్శితమయింది. ఆ వ్యవస్థలో ఏ కొంచెం దెబ్బతిన్నా ఆకస్మిక మరణం తప్పదు.

ఊపిరి తీసుకోవటమే కాక మనిషికున్న మరో ఇబ్బంది అజ్ఞాత మహాసముద్రాల్లో లోలోతులకు పోయ్యే కొద్దీ తన శరీరధర్మాల మీద నీటి

ఒత్తిడి చూపే ప్రభావం; సముద్రంలో ప్రతి ఆదనపు పదిమీటర్ల లోతుకూ, ఒక్క అట్మాస్ఫియర్ చొప్పున పీడనం పెరుగుతుంది. లోలోతుల్లో సహజవాతావరణ వాయువును పీల్చటం లోయీతగాడికి కష్టకార్యమే కాక అతని శ్వాసావయవ వ్యవస్థ ఆరోగ్యంగా పనిచేయటానికికూడా ప్రమాదం కల్పిస్తుంది. అప్పుడు కూడా జలశ్వాసనిక సాయపడుతుంది. అతని శరీరంలోని ఒత్తిడినీ బయటి పీడనంతో సమంగా ఉంచటానికి కావలసిన ప్రమాణాల్లోనే స్థూపాలు సంపీడిత వాయువును జాగ్రత్తగా క్రమబద్ధంగా సరఫరా చేస్తుంది. జలశ్వాసనికవల్ల అతనికి తాను అనుకరిస్తున్న చేపలకన్నా ఎక్కువ ప్రమాదాలను ఎదుర్కోవలసిన పనిలేదు.

వినియోగించిన సంవృత, వివృత వలయ వ్యవస్థల మీద ఆధారపడి రెండు రకాల జలశ్వాసనికలను వాడుతున్నారు. సంవృతరకాన్ని పరిమిత ప్రయోజనాలకు మాత్రమే వాడుతున్నారు. పీల్చడానికి శుద్ధ ఆమ్లజనినే వాడుతున్నారు. కానీ నిశ్వసిత వాయువును రసాయనికగాలని ద్వారా పునరుద్ధరించి మళ్లీ ఊపిరి తీసుకోవడానికి వాడతారు. అందువల్ల ఆ సాధనం నుంచి గాలి బుడగలు విడుదలయిపోతాయి. సంవృత జలశ్వాసనికను వాడే ఈతగాడికి అనేక గంటల పాటు వినియోగించగల ఉచ్ఛ్వాసవాయువు లభిస్తుంది. ఈ సౌకర్యం లోతు తక్కువ నీళ్లలో రక్షణ కార్యకలాపాలు నిర్వర్తించే వారికి బాగా ఉపయోగపడుతుంది. అయితే ఈ రకమైన జలశ్వాసనికతో లోలోతులకు పొయ్యేముందు చాలా కఠినమైన శిక్షణ పొందవలసి వుంటుంది.

వివృత వలయ వ్యవస్థగల జలశ్వాసనికను సాధారణోపయోగానికీ శాస్త్రీయపరిశోధనలకూ సిఫారసు చేస్తున్నారు. ఈతగాడు ముఖానికి కప్పుకునే ముసుగులోకి కాని, ముఖనాళంలోకి గాని ఒక గొట్టం వాయుస్థూపం మీది కవాటం నుంచి స్వయంచాలితమైన క్రమబద్ధంచేసే యంత్రాంగం ద్వారా గాలిని అందిస్తుంది. (లేదా 20 శాతం ఆమ్లజని, 80 శాతం జడవాయువుల మిశ్రమాన్ని అందిస్తుంది). ఈతగాడు పరిసర పీడనంలో గాలి పీలుస్తాడు. విశ్వసిత వాయువు నీటిలోకి బుడగల రూపంలో పోతుంది. ఈ రకం జలశ్వాసనికతో మానవుడు చాలా లోతుకు పోగలుగు తున్నాడు. ఈ శ్వాసనికకు ముఖ్యమైన అనుబంధం అతను పాదాలకు తొడిగే వాజం లేదా

ఫ్లిప్పర్. వాటిని మెల్లిగా కదిలించినందువల్ల ఈతగాడు త్వరగా ఈదగలడు. పైపెచ్చు అతని చేతులకు పని తప్పినందువల్ల నీటి అడుగున శరీరశ్రమ చేయటానికని ఉపయోగపడతాయి. ఈ రెండు సాధనాలూ ఉంటే వెల్లకిలా గాని బోర్లగిలపడి గాని నీటిలో ఈదవచ్చు. మృదువుగా ఉండే పరిసర జలం ఆధారంతో వాలుతూ దొర్లుతూ తాపీగా ఈదవచ్చు. శరీరానికి అతుక్కొని వున్న ఈతదుస్తులు అతనికి శీతలంగా మసకమసకగా ఉండే సముద్రంలో సంపూర్ణ స్వాతంత్ర్య రక్షణలు కల్పిస్తాయి.

జలశ్వసనికతో సాధారణంగా ఈదగల దూరం 60-70 మీటర్లు. కొందరు సాహసవంతులు ఇంకా ఎక్కువ లోతుల క్కూడా చేరగలిగారు. జలగాములు వాస్తవానికి 300 మీటర్ల లోతున కూడా ఈ సాధనాలతో ఈదగలిగారు. నేరుగా ఎక్కువ లోతులకు చొచ్చుకపోవటంలో వచ్చే ఇబ్బంది ప్రధానంగా శరీరధర్మ సంబంధి. అవరోహణలో పీడనం వల్ల ఈతగాడి రక్తప్రవాహంలో ఎక్కువ ఘనపరిమాణం గల నత్రజని కరిగిపోతుంది. తిరిగి పైకి తేలేటప్పుడు అధిక పీడనప్రాంతం నుంచి స్వల్ప పీడన ప్రాంతానికి చేరుతుండగా రక్తం త్వరగా నత్రజని విడుదల చేస్తుంది. అందువల్ల (రక్త) ప్రసరణ నాళాల్లో బుడగల నురుగు చేరుతుంది. ఇది నొప్పి పుట్టిస్తుంది. ముఖ్యంగా కీళ్లదగ్గర. అందువల్ల ఈతగాడి కదలికలు కట్టుబడిపోతాయి. 'వంపుటి' అనే ఈ రుగ్మత ఈతగాళ్లకు భయకారణం.

సముద్రగర్భ ప్రపంచంలోకి పరికరాలతో సాధనాలతో సహా లంగరు వేసివున్న పడవనుంచి దిగి పరిశోధించటాన్ని భూతలంమీది నమూనాలను ఎగురుతున్న హెలికాప్టరులోనుంచి చీకటిరాత్రుల్లో సేకరించటంతో పోల్చవచ్చు. సముద్రగర్భంలో ఇందాకా అజ్ఞాతంగా ఉన్న ప్రపంచాన్ని బతికి వుండగా చూడగలిగిన అవకాశం ఈ జలశ్వసనికవల్ల కలుగుతున్నది. లోయీతగాళ్లు అపురూపమైన జీవులనూ ఇతర పదార్థాలనూ సేకరించ గలగటమే కాక సముద్రం అట్టడుగుల్లోని అద్భుతవర్ణాలకూ నమూనాలకూ పంచవన్నెల చిత్రాలు కూడా తీయగలిగారు. చాలా శక్తిమంతమైన మెరుపు దీపాలనూ జలనిరోధకాలైన జలాంతర్గత ఛాయాగ్రాహక యంత్రాలనూ వాడి సంపాదించిన వర్ణచిత్రాలను పునరుద్ధరించగలుగుతున్నారు.

జలశ్వసనికల సహాయంతో అసంఖ్యాకరక్షణ కార్యక్రమాలను నిర్వహించారు. ప్రాచీన నాగరకతా కేంద్రాల దాపున వందలకొద్ది సంవత్సరాల క్రితం మునిగిపోయిన పడవలున్నాయని గుర్తించి, వాటినుంచి ఎంతో విలువగల, చారిత్రక ప్రాధాన్యం గల ఉపకరణాలను సేకరించారు. సాహిత్యం ద్వారా మాత్రమే తెలిసిన ఎన్నో అపురూపమైన పడవల నమూనాలనూ యానోపకరణాలనూ పునర్నిర్మించటంలో జలశ్వసనికల వాడుకవల్ల సాధ్యమైన జలాంతః పరిశోధనలూ సేకరణలూ తోడ్పడ్డాయి.

నౌకాదళ రక్షణలో సముద్ర యుద్ధాల్లో స్క్యూబాలతో లోయీత కొట్టడం తప్పనిసరి అయింది. దీర్ఘకాలం పట్టే మరమ్మత్తులు చేయటంలో, లోయీతగాళ్లు రహస్య సమాచారం సేకరించటంలోనే గాక, ఇటీవలి కాలంలో ఎంతో లోతున దాగివున్న జలాంతర్గామి నుంచి ఈతగాళ్లను పైకి విసరివేయటంలో కూడా ఇది తోడ్పడింది.

అనేక పాశ్చాత్య మహానగరాల్లో సుందరమైన జలాంతర్గత భోజన శాలలూ వినోదకేంద్రాలూ ఇప్పటికే వెలిశాయి. జలశ్వసనికలను, ఈత దుస్తులనూ, ఫ్లిప్పర్లనూ ధరించిన వినోదప్రియులు ఈ జలాంతర్గత గృహాలకు సందర్శిస్తున్నారు. భావి మానవులకు ఈ సాధనం వినోద విలాసాలకే కాక సముద్రంనుంచి నిత్యజీవితానికి కావలసిన ఆహారాన్ని సేకరించటంలో, సముద్ర గర్భంలోని విపణి వీధుల్లో సరకులు కొనటంలో, సముద్రంలో నివసిస్తున్న మిత్రులను సందర్శించటంలో, చివరికి సముద్రగర్భంలోనే ఆటలాడుకోవటంలో తోడ్పడవచ్చు.

పరిశోధన నిమజ్జకాలు—సరికొత్త జలాంతర్గత వాహనాలు

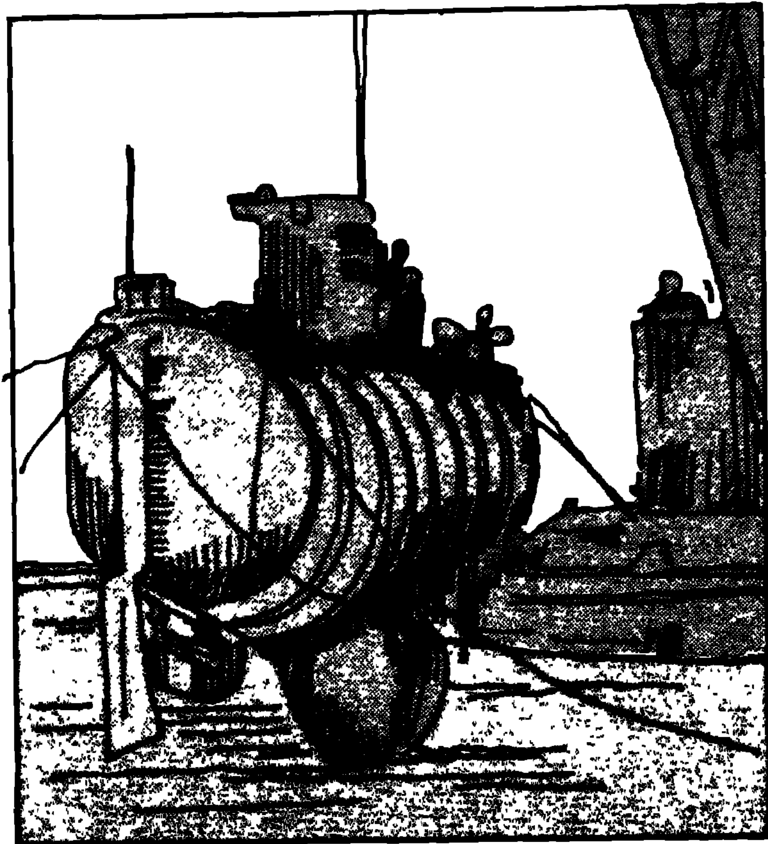
సముద్రంలో అంతకుముందు చేరలేని లోతులకు పోయిచూసే అవకాశాలను జలశ్వసనిక మానవుడికి కల్పించింది. పై 200 మీటర్ల లోతుల్లో చేపలాగా ఈదగల అవకాశం వచ్చింది. అయితే ఇందాకా తెలియని మహాసముద్రం లోతుల్లో ప్రవేశించి చూడాలనే అతని తృష్ణ ఇందువల్ల తీరలేదు. ఎంతలోతుకైనా తీసుకొని పోగల సాధనాలను సృష్టించాలనే పట్టుదల పుట్టింది.

ఆటిస్ బర్టన్ 1934 లో తొలితరం నిమజ్జకగోళం (bathy sphere) రూపొందించాడు. రమారమి రెండున్నర టన్నుల బరువూ, ఇంచుమించు ఒకటిన్నర మీటర్ల వ్యాసం గల బోలైన ఉక్కుగోళ మది. దానిలో ఇద్దరు వ్యక్తులు కూర్చొని కరగించి దృఢపరచిన క్వార్ట్జ్ కిటికీల ద్వారా బయటి సముద్ర దృశ్యం చూడవచ్చు. లంగరు వేసిన పడవమీది నుంచి ఉక్కు తీగలకు బంధించిన ఈ గోళాన్ని 1000 మీటర్ల కింది దించవచ్చు. ఈ గోళాన్నీ ఆ పడవనూ విద్యుతంత్రులనూ టెలిఫోన్ తీగలనూ చుట్టిన రబ్బర్ గొట్టాలు కూడా కలుపుతుంటాయి. ఆ గోళంలో తేమను హరించటానికి కేల్షియం క్లోరైడ్, ఊపిరి పీల్చుకోవటానికి ఆమ్లజని స్థూపాలూ, ఎక్కువైన కార్బన్‌డయాక్సైడును సంగ్రహించటానికి సోడాలైం, సినీకెమేరాలు కాక, శక్తిమంతాలయిన అన్వేషక దీపాలు బయటివైపు అమర్చివుంటాయి. నిమజ్జక గోళంలో ఆచార్య విలియం బీబ్ తాను చేసిన తొలి సాహసయాత్ర వివరాలను తాను రాసిన అనేక గ్రంథాల్లో ఒళ్లు పులకరించేటట్లు వర్ణించాడు.

అయితే నిమజ్జన గోళాలకు కొన్ని తీవ్రమైన లోపాలున్నాయి. అందులో ఒకటి సముద్రంపైనున్న నౌక వాటిని నిటారుగా నీటిలోకి దించటం, పైకి లాగడం తప్పకపోవటమనేది. పైనున్న మాతృనౌక ఊడ్చుక పోతేనో, సముద్రగర్భంలోని జలప్రవాహాలు లాక్కుపోతేనో తప్ప క్షితిజ సమాంతరంగా కదిలే వీలు ఆచరణాత్మకంగా లేదు. ఆ గోళంలో ఉండి చుట్టుపక్కల పరిశీలించగల పరిధి మాతృనౌకతో దాన్ని సంధించిన తీగ పొడవుకు పరిమితంగా ఉంటుంది. చివరికి ఆ తీగ తెగితే నిమజ్జకం నిర్దాక్షిణ్యంగా సముద్రగర్భంలో కలిసిపోయి ప్రయాణికులు మృత్యువు వాత పడే ప్రమాదముంది.

సుప్రసిద్ధ స్విస్ ఆచార్యుడు ఆగస్టేపికార్డ్ బాథీస్కోప్ (bathyscope) ను రూపొందించి అభివృద్ధి పరిచాడు. అది నిమజ్జన గోళం కన్నా ఎంతో మేలైనది. సముద్రాంతర్గత ప్రయాణాల్లో కొత్త మలుపులు సృష్టించింది. ఆకారంలో అది విమానంలాగా ఉండి అదే సూత్రం ప్రకారం పనిచేస్తుంది. ఈ ఊహావాహనం తయారీకోసరం బహుకాల కఠిన పరిశ్రమ చేసిన ఆచార్య పికార్డ్ 1948 లో ఈ అగాధ నిమజ్జక సాధనాన్ని లోపరహితంగా సిద్ధం చేశాడు. తనకు తోడ్పడిన బెల్జియం పరిశోధన సంస్థ గౌరవార్థం ఆ సంస్థ పేరుకు

పాడి అక్షరాలతో ఎఫ్.ఎన్.ఆర్.ఎస్-2 (FNRS-2) అని పేరు పెట్టాడు. ఆయన పరిశోధనలకు ఆర్థిక సహాయం చేసిన సంస్థ అదే. దాని సముద్రగర్భ ప్రయాణ క్షమతను పరీక్షించటానికి ఫ్రెంచ్ నౌకాదళం సిద్ధపడింది. ఈ వాహనం అతని భావనలు సాధ్యమని నిరూపించినా దాని రూపకల్పనలో కొన్ని లోపాలున్నాయి.



చిత్రం 32 : మాతృనౌక పైభాగం నుంచి క్రేన్ సముద్రంలోకి దించుతున్న కుశలమైన బాథీస్కేప్ త్రిస్తే

ఆ తరువాతి దాన్ని గురించి చొరవ తీసుకున్నవాళ్లు ఇటలీ నగరం త్రిస్తే పౌరులు. వాళ్లు ఆచార్య పికార్డ్‌ను తమ నగరానికాహ్వానించి ఆ వాహనాన్ని మరింత కట్టుదిట్టంగా నిర్మించటానికయ్యే ఖర్చు భరిస్తామని వాగ్దానం చేశారు. 1953 ఆగస్టులో త్రిస్తే అనే పేరు పెట్టిన బాథీస్కేప్ పరీక్షలకు సిద్ధమయింది (చిత్రం 32).

బాథీస్కేప్‌కూ జలనిమజ్జక గోళానికి రెండు అత్యంత ప్రాధాన్యం గల అంశాల్లో తేడావుంది. మొదట విద్యుద్ఘటాల రూపంలో అమరిన స్వయంచోదన శక్తితో అది క్షితిజసమాంతరంగా ప్రయాణించగలదు. రెండు,

ఒకసారి సముద్రంలోకి దించిన తరువాత దాన్ని మాతృనౌకతో అనుసంధించనక్కరలేదు. తీరం నుంచి సముద్రమధ్యం దాకా పోవలసినంత దూరాన్ని చేరటంలో కావలసిన ప్రయత్నశక్తి వ్యయాన్ని తగ్గించటానికి మాత్రమే మాతృనౌక సహాయం పొందవలసి వుంటుంది. మరోవిధంగానైతే మాతృనౌక నుంచి సంపూర్ణస్వేచ్ఛవుంది దానికి.

ప్రధానంగా బాథీస్కేప్‌లో మూడు భాగాలున్నాయి. బావిలాగానో చుట్టలాగానో ఉండే పడవభాగం – అందులో శాస్త్రజ్ఞులకూ నావికులకూ విశ్రమించే పనిచేసే స్థలముంటుంది; మామూలు సమయాల్లో ఈ నిమజ్జకాన్ని ఉపరితలంలో నిలిపేందుకు కావలసిన వాయు పదార్థాన్ని గాని, తదితరమైన తేలిక పదార్థాలు గాని నింపిన గదులు గదులుగా ఉండే తెప్పలాంటి భాగం; చివరికి కావలసినంత లోతుకు దింపడానికి అవసరమైన లోహపు బరువులు – ఇవి నిమజ్జకం అడుగు భాగానికి అతుక్కొని వుంటాయి.

ఈ వాహనం మునిగిపోగల లోతుకు, పైకి తేలగల పరిస్థితికి మధ్య సున్నితమైన సమతౌల్యం సాధించేది ఈ బరువులు, తేల్చే వస్తువులూ.

తెప్పలాంటి భాగంలోని నిలువు గదులన్నింటినీ పెట్రోలుతో నింపితే, ఈ నిమజ్జకం కింద ఎన్ని బరువులున్నా తనంతతానుగా ఉపరితలానికి తేలగలదు. దానిలోని పెట్రోలుకు బదులుగా ఏదో ఒక నిలువు గదిలోగాని కొన్ని గదుల్లో గాని సముద్రజలాన్ని నింపితే కావలసిన లోతులకు క్రమంగా దిగటం సాధ్యమవుతుంది. తిరిగి పైకి తేలాలంటే సముద్రజలాన్ని తొలగించినా చాలు; బరువులను నెట్టివేసినా సరే.

విపత్సమయాల్లో ఈ రెండు పద్ధతులనూ పాటిస్తే వాహనం దాదాపు వెంటనే పైకి తేలిపోతుంది. వాహనం కింది భాగానికి బరువులను విద్యుదయస్కాంత విధానంలో అతికించి వుంచుతారు. అదే విధానం ప్రకారం విద్యుద్ఘటాలను తదితర భారవంతమైన సాధనాలనూ అతుకుతారు. ఒకవేళ కరెంటు పనిచేయకపోతే ఈ బరువైనవన్నీ తమంతతామే రాలిపోయి వాహనాన్ని ఉపరితలానికి త్వరగా చేరుస్తాయి.

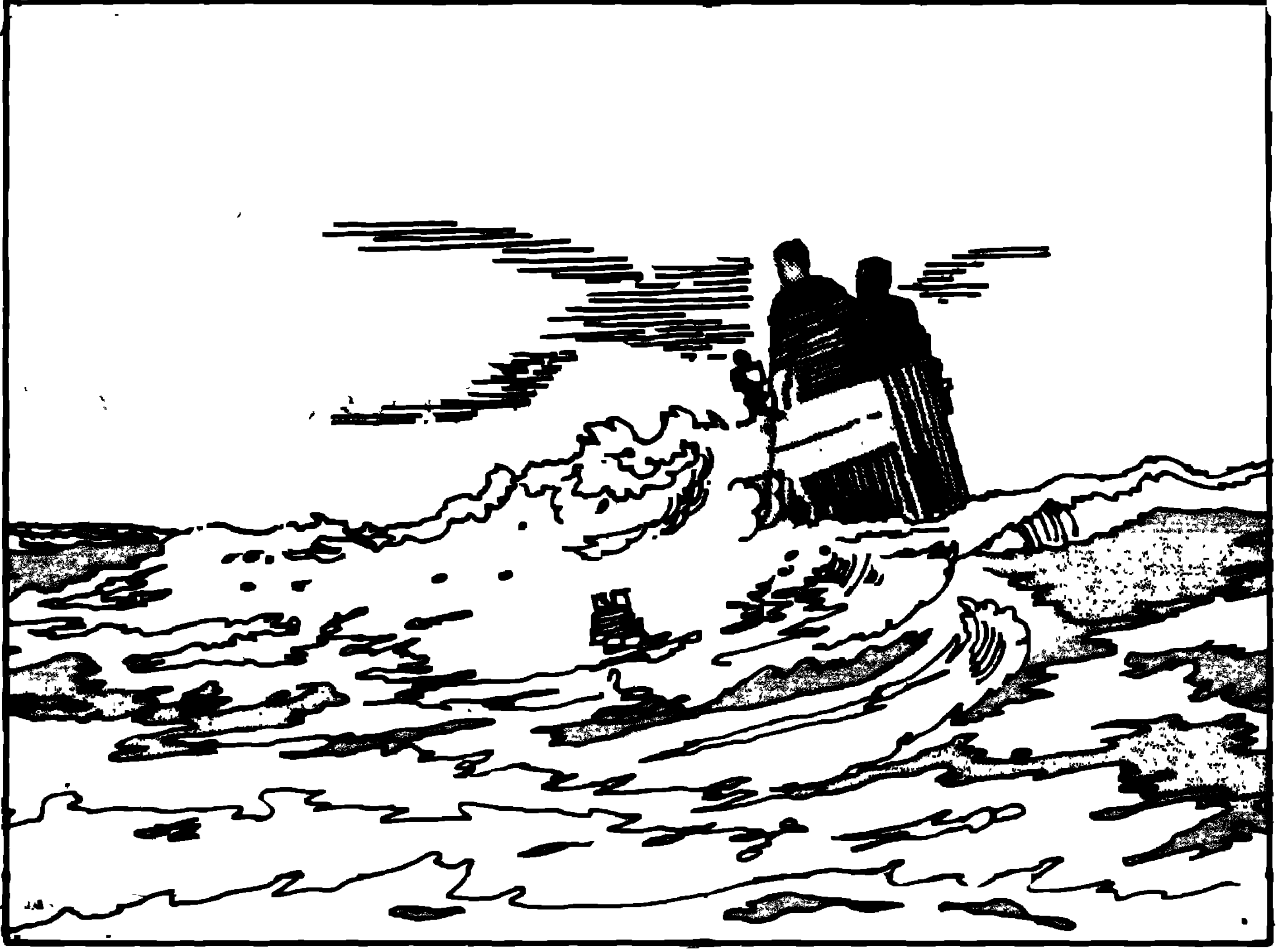
నిమజ్జకంలోని మనుషులు నివసించే పనిచేసే గోండాలా అనే భాగంలో రకరకాల పరికరాలూ నియంత్రణ సాధనాలూ ఉంటాయి. శాస్త్రీయ

పరికరాలతో బాటు టి.వి. కెమేరాలు, వాతానుకూలన యంత్రాలు, రేడియో, టెలిఫోన్ వగైరాలుంటాయి. శుభ్రంగా సౌకర్యవంతంగా ఉండే నివాసప్రాంతంలో మంచినీటి స్నానాల గదులు, ఫలహార సదుపాయాలు, పీల్చుకొనే గాలి, మొదలైనవన్నీ ఆ గోండాలాలో ఏర్పాటయివుంటాయి. గోండాలా బయటి వైపున జలనిరోధక పాత్రల్లో సంచాయక విద్యుద్ఘటాలు, నమూనాలనూ ఇతర బాహిర వస్తువులనూ సేకరించి భద్రపరచటానికి కావలసిన రకరకాల యాంత్రిక హస్తాలు, వీటిని దాచడానికి కావలసిన సంచయన సామగ్రి, జలపరీక్షకాలు, ఉష్ణమాపకాలు, మెరుపు దీపాలు వగైరా ఉంటాయి. అజ్ఞాత ప్రపంచంలోకి తొంగి చూసి, తమ పరిశీలనలను చిత్రీకరించటానికి వీలుగా కిటికీలకు పరిశుభ్రమైన, పీడన నిరోధకాలైన ప్లెక్సీగాజు గవాక్షాలుంటాయి.

కిందిభాగంలోని గదులన్నిటిలోకీ సముద్రజలం నేరుగా ప్రవహించటానికి అనువుగా వాహనాన్ని నిర్మించారు. నిమజ్జనం మునుగుతుంటే పీడనం పెరగటంతోబాటు పెట్రోలు ఘనపరిమాణం సంకోచించటం మొదలవుతుంది. అప్పుడు వాహనం గదుల్లోకి కిందినుంచి నీళ్ల సులువుగా ప్రవేశించి లోపలి, బయటి పీడనాలు సమానంగా ఉండేటట్లు చేస్తాయి.

త్రిస్తీని తరువాత అమెరికా నౌకాదళం కొని బాగా అభివృద్ధి పరిచి, భూమిచుట్టూ అనేక నిమజ్జన ప్రయాణాల్లో వాడింది. 1967 జూన్ 7 వ తేదీన ఆ నౌకా నిర్మాత కుమారుడు జాక్వీస్ పికార్డ్‌తో బాటు లెఫ్టినెంట్ డోనాల్డ్‌వాల్ష్ అనే అమెరికన్ నౌకాదళోద్యోగి కలిసి తూర్పు పసిఫిక్ మహాసముద్రంలోని మరియానాగర్తంలో 8,000 మీటర్లలోతుకు చేరి రికార్డు స్థాపించినప్పుడు ఆ నౌకకు మహత్తర ఘనత చేకూరింది. ఈ సంఘటన జరిగిన తరువాత కేవలం రెండువారాల్లోగా ఆ యిద్దరూ మానవజాతి మొత్తంలో మొట్టమొదటిసారిగా ఎవరూ అందాకా చేరని 10,915 మీటర్ల లోతుకు జూలై 25 వ తేదీన అదే గర్తంలో చేరి చరిత్ర సృష్టించారు.

ఈ నిశ్శబ్ద, అంధకార, అచంచల నితల జగత్తులో కూడా జీవరాశి వుందని త్రిస్తే రుజువు చేసింది! బాథీస్కేపుకున్న యంత్ర హస్తాలు సేకరించిన క్రస్టేషియన్ల, చేపల నమూనాలను పరమభద్రంగా సుస్థితిలో ఉపరితలానికి తెచ్చారు.



చిత్రం 33 : అమెరికన్ నౌకాదళ ఉద్యోగి డోనాల్డ్‌వాల్ష్ ఎన్నుకొన్న బాథీస్కేప్

వెయ్యి అట్మాస్ఫియర్లకు మించిన అత్యధిక పీడనంలో, రాత్రింబవళ్లనేవి పూర్తిగా తెలియని చోటికి కణరూపంలోని ఏవో కొన్ని నిక్షేపాలు తప్ప మరే ఇతర వస్తువూ ప్రవేశించటానికి సాహసించని ఆ అంధకార మయ పాతాళానికి చేరటానికి కుర్రవాడు పికార్డ్, వెల్షా 4 గంటల 42 నిముషాల సమయం తీసుకున్నా. ఆ యిద్దరూ బ్రహ్మానంద పారవశ్యంలో ఆ పరమాద్భుత నిశ్శబ్ద సామ్రాజ్యంలో దాదాపు 30 నిముషాలు గడిపారు. శక్తిమంతమైన అన్వేషక దీపకాంతిలో ఒక మందకొడి చేప ఆశ్చర్యపడుతూ గవాక్షం దగ్గరికి వచ్చి, కొద్ది క్షణాల పాటు తన రాజ్యంలో ప్రవేశించిన ఈ వికారవాహనాన్ని పరీక్షించి, ఎంత తీరిగ్గా వచ్చిందో అంత తీరిగ్గా జారిపోవటం చూసినప్పుడు వాళ్లు తమ కళ్లను తామే నమ్మలేకపోయారు. కొద్ది క్షణాల తరువాత ఒక చక్కని రాగిరంగు గల రొయ్య ఎగురుకుంటూ వచ్చి తనమీదకు కేంద్రీకరించిన దీపకాంతిని చూసి కోపం ప్రకటించినట్లు అక్కడినుంచి

దూసుకుపోయింది. ఆ పడవ తిరుగు ప్రయాణం 3 గంటలా 17 నిముషాలు పట్టింది.

త్రిస్తే విజయవంతమైన ప్రదర్శన తరువాత అనేక ఇతర బాథీస్కేపులకు రూపకల్పన చేశారు; నిర్మించారు. సంపీడిత అల్యూమినియంతో నిర్మించిన అలూమినాత్ పోలికమీద తేలికైనదీ, పరిశుభ్రమైనదీ. అవి అగాధపు లోతుల్లో క్రమం ప్రకారం పరిశోధించడానికి సమర్ధమయింది. అక్కడ 100 గంటల పాటు ఉండి 6,000 మీటర్ల లోతుకు చేరగలిగేది. దాన్ని బలిష్ఠంగా నిర్మించారు. బాథీస్కేప్ నిర్మాణ సూత్రాన్నే దీని విషయంలోనూ పాటించినా దీంట్లోని ప్రయాణీకులు అతికిన గోండాలోలాకాక పడవ శరీరంలోనే కూర్చునేవాళ్లు. వుడ్స్ హెూల్ సాగరశాస్త్ర సంస్థకు చెందిన ఆల్విన్ అనే చిన్న నిమజ్జకం ఎటుకావాలంటే అటుపోగలది. అమెరికా తూర్పు సముద్రతీరంలోని విశాల ప్రాంతాల్లో లోతు తక్కువ నీటిలో అన్వేషణలు నిర్వహించింది.

1960 లో అమెరికా వాళ్లు మనుషుల్లేని ఒక నిమజ్జకంతో ప్రయోగాలు చేశారు. దానిపేరు 'రమ్' (RUM : Remote-controlled Under sea Manipulator – దూరనియంత్రిత, సముద్రగర్భ, సంచాలకం). కాలిఫోర్నియా తీరంలోని స్క్రిప్స్ ఇన్‌స్టిట్యూట్ ఆఫ్ ఓషియానోగ్రాఫ్ అనే ప్రఖ్యాత సంస్థవారు దీన్ని నిర్మించారు. పళ్లచక్రాలున్న ఈ వాహనం మీది ఒక తిరుగుడు చక్రానికి యంత్రహస్తాన్ని అమర్చారు. ఆ హస్తం నాలుగున్నర మీటర్ల దూరానికి పైగా అందుకోగలదు. ఆ హస్తాలకు భుజం, మోచేయి, ముంజేయి కీళ్లవంటి ఏర్పాట్లున్నాయి. ఆ పంగల చేయి సముద్రభూతలం మీది వస్తువులను అందుకోగలదు. పరికరాలను నిలబెట్టగలదు. టెలివిజన్ కెమేరాలు సముద్రం అట్టడుగును పరీక్షిస్తాయి. దానిపేరే చెప్పినట్లు ఈ నిమజ్జకాన్ని తీరంలోని నియంత్రణ కేంద్రాలు నడుపుతాయి. మనుష్యుల్లేని మరో అగాధ నిమజ్జక వాహనం డీప్‌డీప్. దాంట్లో అయస్కాంత, రేడియోధార్మిక, ధ్వని శాస్త్ర, విద్యుదయస్కాంత మాపనలు చేయగల పరికరాలున్నాయి. సముద్రగర్భంలో ఛాయాచిత్రాలు తీయటానికి, ప్రసరణల మాపనం చేయటానికి, అట్టడుగు నుంచి మాపరాలు తీయటానికి

కూడా దాన్ని ఉపయోగించారు. ఆ నిమజ్జకాన్ని సముద్రంలోకి దించి కొన్ని వారాల తరువాతనో నెలల తరువాతనో పైకి లాగుతారు. అది తనంతతానుగా నమోదు చేసిన దత్తాంశాలను అప్పుడు క్రోడీకరించి విశ్లేషిస్తారు.

కేప్టన్ కాస్టూ అనే అనుభవజ్ఞుడైన సముద్రగామి రూపకల్పన చేసి, నిర్మించి, ఉపయోగిస్తున్న డైవింగ్ సాసర్ (DS) అనే జలాంతర్గత వాహనంతో పోలిస్తే భాథీస్కేపులు కూడా మందకొడి వాహనాలనే అనిపిస్తాయి. పళ్లెం ఆకారంలో ఉండే ఈ వాహనం వ్యాసం 2 మీటర్లకు కొంచెం ఎక్కువ. చాలాపెద్ద లోతుల్లో ఇద్దరు వ్యక్తులు సాగిలబడి పడుకొని గంటకు 15-20 నాట్ల వేగంతో కొన్ని గంటలపాటు ప్రయాణించగలదు. కాన్‌షెల్ఫ్ అనే పేరున జలగర్భ నివాస శ్రేణులను నిర్మించినప్పుడు (వీటిని గురించి తరువాత తెలుసుకుంటారు). ఇది ప్రాథమికోపకరణంగా ఉంటుందని ఆయన తయారు చేశాడు. అయినా ఇది నీటి అడుగున అద్భుతాలనే సృష్టించింది. తన డైవింగ్ సాసర్ వేగంగా తమవైపు రావటం చూసి గాభరాపడి నానాదిశలకు పారిపోయిన చేపలమందలను గుర్తుకు తెచ్చుకొని వినోదిస్తుంటాడు కోస్టూ. వాటి సామూహిక ప్రవర్తన అధ్యయనం చేయటానికి ఆయన వాటిని సమీపించాడు. ఆ చిన్న డైవింగ్ సాసర్ నిజానికి సముద్రగర్భంలో పరుగులు తీసే క్రీడాశకటం లాంటిదేగాని, క్రీడలకన్నా ఎక్కువే అది సాధిస్తున్నది.

కేవలం ఆహార సంపదన్వేషణలకే గాక భవిష్యత్తులో శాస్త్రజ్ఞులూ, నిపుణ పరిపాలకులూ సముద్ర గర్భాన్వేషనతో బాటు ఆ ప్రాంతాన్ని మానవ నివాస భూమిగా మార్చటానికూడా ఈ రెండు వాహనాలూ తోడ్పడతాయి. తరువాత తయారయ్యే వాహనాలు భూమి సముద్రాల మధ్య వేసే రహదారులు మీద వేగంగా పయనించవచ్చు.

సముద్రగర్భంలో జీవించటం

ఖండతీరాంచలాల్లో మానవ నివాసాలేర్పరచటమనేది ఇకముందు శాస్త్రజ్ఞులు కనే కలలు కావు. సముద్రం లోతట్టు సరిహద్దుల్లో స్థావరం సంపాదించటానికి ఇప్పటికే మిలియన్ల కొద్ది రూపాయలు ఖర్చుచేశారు. నిజానికి అనేకమైన అభివృద్ధి చెందిన దేశాలు ఇప్పటికే ఈ దిశలో ఎన్నో

విజయాలు సాధించాయి. శాస్త్రజ్ఞుల దృష్టిలో సముద్రమనేది ఆశపోతు వేటగాళ్లు కొల్లగొట్టటానికి ప్రవేశించే అరణ్యం లాంటిది కానేకాదు ఇప్పుడు. మానవ నివాసానుకూలంగా అధీనంలోకి తెచ్చుకొని బాగుపరచవలసిన నిర్జనప్రదేశం మాత్రం.

సముద్రరాజ్యంలోని రహస్యాలను వెలికితీయటానికి లోయీతలు, జలశ్వాసనికలూ, నిమజ్జక వాహనాలు ఉపయోగకర వ్యాపృత్తులేగాని, మానవుడి చరమలక్ష్యం సముద్రాధిపత్యం సాధించి, ఆహారపదార్థాల్లో ఖనిజసంపదలో సమృద్ధంగా ఉన్న ఆ ముంపునేలల్లో వలసలు స్థాపించి, పరిమిత భూతలంలో అనుక్షణం పెరుగుతున్న భూదాహాన్ని తీర్చుకోవటమే.

భూమిదిశ నుంచి సముద్రగర్భంవైపు క్రమంగా వాలుతున్న సంకుచిత ఖండతీరాంచలంలోనే, దాదాపు 200 మీటర్ల లోతులోనే సముద్రం నుంచి సంపాదనీయమైన సంపదలో అత్యధిభాగం కేంద్రీకృతమై ఉంది. అది అన్నిచోట్లా ఒకే వెడల్పుతో లేదు. ఉదాహరణకు సౌరాష్ట్రతీరంలోని కొన్ని భాగాల్లో 100 కిలోమీటర్లకు మించిన వెడల్పుతో విస్తరించి వున్నా ఆంధ్రతీరం నుంచి కొన్ని కిలోమీటర్లకు మించి లేదు. అయితే ప్రపంచం మొత్తంలోని ఖండతీరాంచలాల విస్తృతి ఆఫ్రికా ఖండమంత విశాలమయింది. దానిలో వలసలు నెలకొల్పి సదుపయోగానికి తెచ్చుకుంటే, నిజానికి తన పొరుగింటిలాంటి దయిన ఆ ప్రదేశంలో తన అధీనంలో ఒక పూర్ణ పరిమాణం గల ఖండాన్ని సంపాదించినట్లు.

జలశ్వాసనిక ఆవిష్కర్తల్లో ఒకడైన కేప్టెన్ కోస్టో సముద్రగర్భ జీవనంలో కూడా మార్గదర్శకుడే. భావి జలగాములకు ఆయన ఉభయచరజీవనం ఆశించాడు. వారు సముద్రగర్భ భూతల పరిసరాల్లో గాలితోనిండి పొడిగా వుండే నివాస స్థలంలో పనిచేస్తూ జలశ్వాసనికలను ధరించిగాని నిమజ్జక వాహనాల్లో గాని అటూఇటూ తిరుగుతుంటాడని ఆయ భావన. లోపలి వాయుపీడనం బయటి జలపీడనం కన్నా ఏ కొంచెం ఎక్కువగా ఉన్నా, నీటిలో మునిగిన ఏ సంకుచిత వాహనమైన జలనిరోధకంగానే ఉంటుంది. ప్రతి అదనపు పదిమీటర్ల లోతుకూ, సముద్ర పీడనం ఒక అట్మాస్ఫియర్

చొప్పున పెరుగుతుంది. కాబట్టి, 30 మీటర్ల లోతున ఉన్న సముద్రగర్భ గృహాన్నీ 3 అట్మాస్ఫియర్ల పీడనం కన్నా కొంచెం ఎక్కువగా ఉండే వాయువుతో నింపి పీడనం సరిపెట్టవచ్చు. సంపీడిత వాతావరణంలో దీర్ఘకాల జీవనం బాధకరమైనా, (ఖండతీరాంచలం పరిమితుల్లో) 200 మీటర్ల దిగువన జీవించటం అసాధ్యమేమీ కాదు. బయటి వాతావరణంలోకి ప్రవేశించేలోగా లోయీతగాణ్ని పీడనవిముక్తుణ్ని చేసేట్లయితే అతని శరీరధర్మం మీద ఎటువంటి దుష్ప్రభావాలూ ఉండవు. తిరుగు ప్రయాణం మరీ తొందరగా జరిగితే రక్తంలో కరిగివున్న నత్రజని, హీలియం వంటి జడవాయువులు బుడగలుగా బయపడి బాధాకరమైన 'వంపు' లను పుట్టిస్తాయి. ఆ వాయువులు మెల్లిగా, పూర్తిగా తప్పించుకపోవటానికి కావలసినంత సమయమిస్తే వంపులు రాకుండా చూడవచ్చు. పీడనరాహిత్య మనేది ఒక విధానం. లోలోతుల్లో గడిపిన వ్యక్తి, ఉపరితలం చేరేలోగా తనపైనున్న అల్పపీడన ప్రాంతాల్లో ప్రతిదానిలోనూ గడిపిన నిర్దిష్ట సమయమది.

కేప్టన్ కోస్తూ తన అనుచరులతో బాటు సముద్ర గర్భ జీవనానికి ఒక ప్రణాళిక వేసి ఆచరణలో పెట్టిన తొట్టతొలి ప్రయోగం కాన్షెల్ఫ్ *I*. ఆ శ్రేణిని నిర్వహిస్తూ అంతకన్నా విపులమూ సంక్లిష్టమూ అయిన కాన్షెల్ఫ్ *II*, కాన్షెల్ఫ్ *III* లను ఆయన నెరవేర్చాడు. కోస్తూ మార్గంలో అమెరికన్లూ, బ్రిటిషర్లూ, రష్యన్లూ, తదితరులూ నడిచి, విలక్షణమైన సముద్రగర్భ సాంకేతిక శాస్త్రానికి ఎన్నో విశేషాలు చేర్చారు.

కాన్షెల్ఫ్ *II* ప్రయోగంలో (తొలి తరంలో జరిగిన విజయవంతమైన వాటిలో అదొకటి) 'స్టార్ ఫిష్ హౌస్' అని పేరు పెట్టిన ఒక గదిలో అయిదుగురు వ్యక్తులు ఒక్కసారి కూడా ఉపరితలానికి రాకుండా నీటిలో పదిమీటర్ల లోతున ఒక్కనెల రోజులు పూర్తిగా నివసించారు. ఆ ఇంటి అడుగున ఉన్న బహిరంగ గవాక్షం నుంచి తలుపుగాని తలుపుగుండా ఇంట్లోకి వస్తూ పోతూ ఉండేవారు. జలశ్వాసనికలు ధరించి ఆ జలగాములు పరిసర జలాల్లో రోజుకు 12 గం. గడిపారు. ఆ ఇంట్లో పరిశుభ్రంగా సుఖంగా బతకడానికి కావలసిన ఏర్పాట్లన్నీ ఉన్నాయి. అద్భుత సాధన సంపత్తి గల

ప్రయోగశాలలూ, ఆహ్లాదకరంగా అమర్చిన పడకగదులూ కాక వినోద వసతులు, మంచినీటి స్నానాలగదులూ, దూరదర్శిని, మాతృనౌకతో దూరశ్రవణ సంబంధాలూ, వాతానుకూలనమూ అదనంగా ఉన్నాయి. కేలిప్సో వేడి తిండినీ, వార్తాపత్రికలనూ, ఉత్తరాలను జలనిరోధక తాపనియంత్రిత పాత్రల్లో క్రమం తప్పకుండా జారవిడిస్తే జలగాముల్లో ఎవరో ఒకరు తరువాత ఏరి తెచ్చుకొనేవాళ్లు. ఆ సముద్రగర్భ గృహవాసుల మానసిక శారీరక పరిస్థితులను పరిశీలించే నిమిత్తం ప్రతిరోజూ ఒక వైద్యుడు వచ్చిపోయేవాడు.

కాన్‌షెల్ఫ్ *II* కార్యక్రమంలో భాగంగా 25 మీటర్ల లోతున ఒక అగాధ జలకేంద్రాన్ని నెలకొల్పారు. అందులో ఇద్దరు వ్యక్తులు వారం రోజులుండి రకరకాల లోతుల్లో శరీరధర్మ స్థితి గతులను ఏకసమయంలో పరిశీలించారు. అగాధ జలకేంద్రానికీ 'స్టార్ ఫిష్ హౌసు' కూ మధ్య ఒక డైవింగ్ సాసర్ (DS) తిరుగుతూ సులభవార్తా సౌకర్యాలు కల్పించింది. సదరు వాహనం విశాల ప్రదేశంలో పరిశీలనలు చేయటానికి ఉపయోగపడింది. వాడనప్పుడు ఆ నిమజ్జక వాహనం స్టార్‌ఫిష్ హౌస్ దగ్గర ప్రత్యేకంగా రూపొందించి నెలకొల్పిన ఒక గదిలో సురక్షితంగా ఉండేది.

ఆ ప్రయోగాన్ని చేయదలచిన వాళ్లు కలలో గూడా ఊహించనంత విజయవంతంగా కాన్ షెల్ఫ్ *II* నెరవేరింది. చరిత్రలో మొదటిసారిగా 'గాలిబుడగలు వదిలే, మొప్పల్లేని రెండు తోకల చేపలు - పొడిగా గాలితో నిండి వుండే భూతలం నుంచి వచ్చి' సముద్రంలోని పంకిల జీవులతో నెలరోజుల పూర్తికాలం సహజీవనం నెరపాయి.

అమెరికాలో నౌకాదళమే గాక తదితర వ్యక్తిగత సంస్థలు కొన్ని సముద్రగర్భ నివాసగృహాలను రూపొందించి నిర్వహిస్తున్నాయి. వ్యక్తిగత సంస్థల్లోని ప్రముఖుడైన ఎడ్వర్డ్ ఎ.లింక్ సముద్రగర్భ జీవన సమస్యల అవగాహనకు చాలా గొప్ప పరిశ్రమ చేశాడు. లింక్ 'సముద్రంలో మనిషి' అనే కార్యక్రమంలో భాగంగా 185 మీటర్ల దిగువన నిర్మించిన గృహాలు ఎంతో ఆధునికమైనవి. అతని తొలి నమూనాల్లో ఒకటైన స్పిడ్ (SPID –

Submerged, Portable Inflated Dwellings – నీటిలో మునిగిన, మోసుకుపోదగిన, గాలి నింపిన గృహాలు) నిర్వహణ ఎంతో సులభం. ఉపరితలంలో గాలితోడి వేసిన ఆ ఇళ్లు ఒక గట్టి ఉక్కు చట్రం మీద బిగించి ఒక మీటరుకన్నా కొద్దిగా ఎక్కువ వ్యాసం గల, $2\frac{1}{2}$ మీటర్ల పొడుగైన ఒక గట్టి రబ్బరు పొరగల, మోపైన నీటి అడుగు శిబిరం. దాన్ని ముంచుతుండగా గాలి నింపుతారు. దాని లోపలి వాయు పీడనం పరిసర పీడనం ... ంగా ఉండేటట్లు. స్ప్రింగ్ ... పిడికిలి రూపంలో ఉండే సంవృత ప్రవేశద్వారం రాకపోకలు సులభసాధ్యం చేస్తూ పీడన భేదాత్మకతలోని వైవిధ్యాలకు అవసరమైన లంబాక్షాన్ని సమకూరుస్తుంది. వాయుస్థాపాలు, వాయు ప్రసారవ్యవస్థ, టి.వి. కెమేరాలు, వార్తాప్రసార పరికరాలు, ఆహారం, నీరు, పరికరాలు, జలగర్భ శ్వసనికలు – ఇవన్నీ దాని చట్రం మీద జలనిరోధక ప్రాంతాల్లో ఉంచి, దానికింద బరువులొ... వేలాడదీస్తారు

జలగర్భ ... విషయానికి లింక్ చేసిన సేవల్లో అద్భుతావహమైనది ఎస్.డి.సి (SDC – Submersible Decompression Chamber నిమజ్జనీయ పీడన విమోచకశాల) ... ణ కొంతకాలం లోలోతుల్లో నివసించిన తరువాత కావాలి ... డు ఉపరితలానికి యథేచ్ఛగా రాలేడు తాను పూర్తిగా పీడ... పొందడానికి (అంటే అతని రక్తంలో నుంచి ... జడవాయువు ... లగపోవడానికి ... నీటి పొరల్లో సవిరామ ... ఆగవలసి వుంది ఇది తరుచుగా చాలా ... యాల్లో రోజులూ పట్టే బాధాకరమైన అనుభవం. ... ఎస్ డి సి ఒక రకమైన జలాంతర్గత ఉత్థాపకం. అది ఈ బాధాకర విధానానికి విరుగుడు మూడు మీటర్ల పొడుగూ ఒక్కమీటరు వ్యాసమూ ఉన్న ... అల్యూమినియం స్థూపంలో లోయీతగాడు సుఖంగా ... గొప్పలోతున నివసించిన తరువాత లోయీతగాడు ఒక ... గవాక్షం ద్వారా ఎస్.డి.సి. లో ప్రవేశిస్తాడు. గవాక్షం తెరిచినప్పుడు దానిలోని వాయుపీడనం పరిసర జలపీడనంతో సమానం. తరువాత దాని గవాక్షద్వారాలను గట్టిగా మూసి పైనున్న నౌకమీదికి ఎస్.డి.సి ని

చేదుకుంటారు. మనిషితో సహా అంటే గభీరజల ప్రాంతంలోని ఒక భాగాన్ని యథాస్థితిలో నౌక మీదికి చేరుకుంటున్నారన్నమాట. ఆ మీద లోయీతగాణ్ని ఎస్.డి.సి. లోనే పీడన విముక్తుణ్ని చేయవచ్చు. లేదా నౌక మీద ఈ ప్రయోజనం కోసం ప్రత్యేకించి నిర్మించిన గదిలో అలా చేయవచ్చు. రెండో పక్షంలో ఈతగాడి కదలికలకు అవకాశం ఎక్కువ కాబట్టి అతను అదే మేలనుకుంటాడు. నీటిపై పారల్లో పీడన విమోచనం కోసం గంటల తరబడి ఆగనక్కర లేదు. ఆ పని తిరుగు ప్రయాణం సమయంలో నౌకమీదనే చేసి ఈతగాడికి అసౌకార్యాన్ని తగ్గించవచ్చు. నావికులకు కాలహరణమూ కాదు.

పీడన విమోచనం విషయంలో గుర్తుంచుకోదగిన ముఖ్యాంశమేమంటే, ఈతగాడు లోలోతుల్లో గంట గడిపినా, చాలా గంటలు గడిపినా, పీడన విమోచనానికి ఒకే పరిమితి గల సమయం కావాలి. రక్తం జడవాయువులతో సంవృక్తమయిన తరువాత అది మరికొంత వాయువును స్వీకరించదు – ఆ లోతుల్లో జలగామి ఎంతకాల మున్నా సరే. అందువల్లనే మొదట మొదట కొంత అసౌకర్యమనిపించినా, జలగాములు అగాధజలాల్లో హాయిగా ఉందనుకొంటారు

బెర్ముడా తీరం దగ్గర 1964 జూలై చివరి రోజుల్లో అమెరికన్ నౌకాదళం వారి *సీలాబ్ I* ప్రయోగాలు జరిగాయి. ఉపరితలానికి 20 మీటర్ల దిగువన ఒక పెద్ద స్థూపాకారపు గదిలో నలుగురు వ్యక్తులు పదిరోజుల పాటు నివసించారు. ఆ తరువాత దాదాపు ఒక సంవత్సరానికి నౌకాదళం వారు *సీలాబ్ II* ప్రయోగం జరిపారు. అది 45 రోజుల పాటు జరిగిన భారీ ప్రయోగం. పదేసి మంది వున్న మూడుదళాలు ఒక్కొక్కటి పదిహేను రోజులపాటు సముద్రగర్భంలో గడిపారు. వారిలో ఒకడైన వ్యోమగామి స్కాట్ కార్పెంటర్ తానొక్కడే వరసగా ముప్పయ్‌రోజులు గడిపాడు. కాలిఫోర్నియాలోని లాయోలాలో ఉన్న స్క్రిప్స్ ఇన్‌స్టిట్యూషన్ ఆఫ్ ఓషియనోగ్రఫీ సంస్థకు దగ్గరగా సముద్రంలో 65 మీటర్ల లోతున ఉన్న ఆ గది పరిమాణం 18 × 4 మీటర్లు. ఆ సీలాబ్ లోని జలగాములు ఒక విమానం మధ్యభాగాన్ని పైకి తీశారు. జీవ, సాగరశాస్త్ర సంబంధి పరిశోధనలు నిర్వహించారు. తమమీద తామే శరీరధర్మ మనస్తత్వ పరీక్షలు నిర్వహించారు. 13 డిగ్రీల సెంటిగ్రేడ్

శీతలత్వం గల ఆ చలినీటిలో సుఖప్రదంగా పనిచేయటంలో వారి విద్యుత్తుతో వేడిపరచిన దుస్తులు ఎంతో సహాయపడ్డాయి.

సముద్రగర్భ జీవన విషయంలో కేప్ ఫెర్రాట్ తీరప్రాంతంలో కోస్టూ మధ్యధరా సముద్రంలో నిర్వహించిన కాన్‌షెల్ఫ్ *III* పరిశోధనలు ఇతోధిక ప్రాముఖ్యం సంపాదించాయి. ఉపరితలానికి 100 మీటర్ల దిగువన ఒక గోళాకార వసతి గృహంలో ఆరుగురు వ్యక్తులు 22 రోజుల పాటు నివసించారు. విద్యుద్వార్తా తంత్రులు మాత్రమే వారికి ఉపరితలంతో సంబంధం కల్పించాయి. ఆ జలగాములు నీటి అడుగున రకరకాల ప్రమాదకర కార్యాలు నెరవేర్చారు. 120 మీటర్ల దిగువన అయిదుటన్నుల బరువైన చమురు బావి మూతను, దానిలోని చమురును సంపీడిత వాయువుతో ఒత్తిడికి గురిచేసి-పెకలించి తిరిగి అమర్చే కఠిన కార్యాన్ని విజయవంతంగా నిర్వహించటం వాటిలో ఒకటి. లోయీతగాళ్ళు ఉపరితలంలో ఎంత సమర్థంగా శారీరక మానసిక కార్యాలు నెరవేర్చగలరో అంతే సమర్థతతో పెద్దలోతుల్లో కూడా నిర్వహించగలరని నిస్సందేహంగా వాళ్ళు ఋజువు చేశారు.

120 మీటర్ల లోతున సీలాబ్ *III* చేసిన అద్భుత చర్య ఇంతవరకూ ఏ జలగర్భ సాహసయాత్రలోనూ జరగనంత బ్రహ్మాండమయింది. మొట్టమొదటిసారిగా సముద్రపు లోతులను జయించామని మానవులు గర్వించగలిగారు.

కొందరు బ్రిటిస్ శాస్త్రజ్ఞులు సముద్రగర్భ జీవనమనే భావన ఇంకా ముందుకు తీసుకపోయారు. ఇప్పుడు ఒంటరి ఇళ్ళుకాక, పేటలూ నగరాలూ నిర్మించాలని ఆలోచిస్తున్నారు. ఒక బ్రిటిష్ పరిశోధక బృందం 10 మంది 60 మీటర్ల లోతున ఆరుమాసాల పాటు నివసిస్తూ పనిచేసే అవకాశం కల్పిస్తూ ఒక ప్రణాళికను సిద్ధం చేశారు. ఆ కార్యక్రమ లక్ష్యాల్లో ఒకటేమంటే లోయీతగాళ్ళు సముద్ర జీవాలనూ సముద్రవృక్షాలనూ అధ్యయనం చేస్తూ తీర్చేందుకు తాము చేసే వ్యవసాయానికి అనుబంధంగా ఆహారపదార్థాల సరఫరా సాధ్యమా అని పరిశీలిస్తారు. పెద్దవైన సముద్ర జంతువుల చేపల స్థానాంతర గమనా వృత్తిని నిర్దేశించారు; ఖనిజ నిక్షేపాలను పరిశోధించి వాటి నిష్కర్షణను సూచించారు. చివరకు జలగాములు అపరిచిత ప్రపంచంలో

ప్రయత్నపూర్వకంగా దీర్ఘకాలం నివసిస్తే వారి ప్రవర్తన ఎలా వుంటుందో అధ్యయనం చేశారు.

జర్మన్ ఫెడరల్ రిపబ్లిక్ మొట్టమొదటి సముద్రగర్భ ప్రయోగశాల హెల్గోలాండ్, 1969 లో తూర్పు హెల్గోలాండ్ తీరానికి 3 కిలోమీటర్ల దూరాన ఉత్తర సముద్రంలో జలప్రవేశం చేసింది. ఇది (21 మీటర్ల లోతున) సముద్రగర్భంలో పనిచేస్తున్న ప్రపంచంలోని సాగర పరిశోధన కేంద్రాలన్నింటిలోనూ పెద్దది. కావలసినట్లు సర్దడానికి వీలైన కాళ్లమీద నిలిపిన 10 మీటర్లు పొడవైన స్థూపమిది. దీన్ని పైనున్న ఆధారప్లవంతో అనుసంధించారు. ఆ ప్లవానికి సొంత డీసిల్ విద్యుత్సరఫరా, ఒక సంపీడకం, ప్రాణవాయువు సరఫరాలు కాక తీరస్థ కేంద్రంతో రేడియో సంబంధాలు కూడా ఉన్నాయి. జర్మన్ల ఈ బహుముఖ పరిశోధనలు చాలా సంవత్సరాలు నడిచాయి. సముద్రగర్భ ప్రపంచాన్ని గురించి, సముద్రగర్భ జీవనానికి సంబంధించి ఎంతో విలువైన సమాచారం ఈ ప్రయోగశాల సంపాదించింది.

ఆసియాఖండంలోని దేశాల్లో సముద్రగర్భ గవేషణ, ప్రయోగ రంగాల్లో అద్భుత విజయాలు సాధించింది జపానొక్కటే. అనేక ఇతర శాస్త్ర పారిశ్రామిక రంగాల్లో లాగానే సముద్రగర్భ పరిశోధనల్లో కూడా గొప్ప బహుముఖ ప్రజ్ఞనూ నమ్యతనూ ప్రదర్శించింది జపాన్. చక్కని నిమజ్జక వాహనాలనూ నిపుణులైన లోయీతగాళ్ళనూ సంతరించిన జపాన్‌లోని వ్యాపారసంస్థ లనేకం నిపుణ సేవలందిస్తున్నాయి. సముద్రగర్భ ప్రయోగ రంగంలో ఆలస్యంగా ప్రవేశించినా కార్యసాధనలో జపాన్ వాళ్లు అందరికన్నా ముందున్నారు.

నీటి అడుగున చౌకగా త్వరగా సేవలందించటం కోసం ఒక కెనడియన్ సంస్థ (ISE or International Submarine Engineering Ltd. – అంతర్జాతీయ సముద్రగర్భ యంత్రశాస్త్ర సంస్థ) నిమజ్జక వస్తుశ్రేణిలో ఒకటిగా టి.ఆర్.ఇ.సి. (TREC – Tethered Remote Camera – సూత్రబద్ధ దూరనియంత్రిత ఛాయాగ్రాహకం) నిర్మించిరి. ఈ సంస్థ తయారు చేసిన మరో అనుబంధ సాధనం సీమార్క్ (Sea marc – Sea Mapping and Remote Characterisation – సముద్ర మానచిత్రణ దూరోన్మీలనం) అనేది. ఇది సముద్ర భూతలానికి మానచిత్రాలు తయారు చేసి స్థలాకృతి

వివరాలనూ ఆ నేలమీది వస్తువుల వివరాలనూ మాత్ర నౌకకు గాని మాత్ర నిమజ్జకానికి గాని అందించగలదు. ఇటువంటి సమగ్ర సర్వేక్షణల వల్ల తగులోతుల్లో సముద్రం అడుగున ఉన్న ఏ పదార్థాన్నయినా అది ఎక్కడ ఉందో ఖచ్చితంగా గుర్తించి అవసరమనుకుంటే పైకి తీయవచ్చు. చమురు అన్వేషణలో గనుల తవ్వకంలో ప్రత్యేకంగా నిమగ్నమైవున్న బహుళజాతి సంస్థలకు ఈ పరికరాల వల్ల గొప్ప లాభం కలుగుతుంది.

ఇంతకాలమూ సముద్రతలం మీద నివాసాలు నిర్మించాలనే ప్రయత్నాలన్నీ ప్రయోగాత్మకాలే. మన పక్కనున్న జలమయ ప్రపంచంలో ఇందాకా శాశ్వత నివాసాలు ఏర్పడలేదు కానీ ఈ ప్రయోగాలకు అనేక ఆర్థికపరమైన ఆకర్షణలున్నాయి ప్రస్తుతం ప్రపంచం మొత్తంమీద 1500 మందికి పైగా సముద్రగర్భంలో లోయాత లోనూ చాలా గొప్ప లోతుల్లో నివసించటంలోనూ మంచి అనుభవజ్ఞులయిన వ్యక్తులున్నారు. వారంతా సుశిక్షితులే. ప్రమాదభూయిష్ఠమయినా లాభసాటిగా ఉండే ఈ వృత్తిలో వాళ్లంతా సుశిక్షితులే. బహుళజాతి సంస్థలు బ్రహ్మాండమైన పారితోషికాలు చెల్లించి చమురు అన్వేషణకు సంబంధించిన రకరకాల పనుల్లో, సముద్రగర్భంలో పైప్‌లైన్ల వంటి వాటిని వేయటంలో, సముద్రగర్భక్షయా ధ్యయనంలో, ఆవరణ శాస్త్రంలో పేరుదర్శిశాస్త్రంలో. అన్నిటికన్నా ముఖ్యంగా చాలా చికు[illegible] [illegible] సైనిక చర్యల్లో వీరి సేవలు పొందుతు[illegible] [illegible]యోగాలకు సంబంధించి అభివృద్ధి [illegible] [illegible]స్థాయీ సాంకేతిక శాస్త్రం [illegible] [illegible] పరిశోధనల[illegible] [illegible] పద్ధతిలో సిద్ధంగా ఉంది [illegible] [illegible] వర్ధమాన దేశాలు ఈ అభివృద్ధి రంగంలో ప్రవేశించ[illegible] [illegible] భారతీయ నౌకాదళమైనా సముద్రత పరిశీలన చేసి సముద్ర[illegible] [illegible]నాలకు నిర్వహించడానికి అవసరమైన నైపుణ్యాలకు సాంకేతిక[illegible] [illegible]స్తుందని ఆశిద్దాం

ఎనిమిదో ప్రకరణం

భవిష్యత్తు

ద్వితీయ ప్రపంచ యుద్ధకాలం దాకా హిందూ మహాసముద్రం బ్రిటిష్ వారి సొంత చెరువుగానే ఉండేది. ఆసియాదేశాలు స్వతంత్రమైన తరువాత ఎలాగయితేనేం ఈ 74,049,290 చదరపు కిలోమీటర్ల సువిశాల జలరాశిని తీరవాసులైన పోషకాహారం లేని ప్రజలు గవేషించి ఉపయోగించటానికి అవకాశం వచ్చింది. హిందూమహాసముద్ర తీరాల్లో ప్రపంచ జనసంఖ్యలో మూడోవంతున్న 30 పైగా దేశాలున్నాయి. వీటన్నిటిలో 680 మిలియన్ల ప్రజలతో 6,000 కిలోమీటర్ల తీరప్రాంతం గల భారతదేశం నిస్సందేహంగా పరమ ముఖ్యం. మనదేశానికి ఉన్నంతగాని, అంతకెక్కువ గాని తీర ప్రాంతములున్నవి, ప్రపంచం మొత్తంలో మరి పది దేశాలు మాత్రమే.

ఇటీవల 200 నాటికల్ మైళ్లదాకా ఆర్థిక మండలమని ప్రకటించటంతో, ఇంచుమించు భారతదేశపు మొత్తం భూతలంలో మూడోవంతుకు సమానమైన సువిశాల ప్రాంతం (సుమారు 587,600 చదరపు నాటికల్ మైళ్లు) సముద్రంలో

మన ఆర్థిక మండల పరిమితులకు అదనంగా చేరింది. ఈ సువిశాల భారతీయ సముద్రాల్లో సాగరశాస్త్రాధ్యయనం తీవ్రతరం చేయటం చాలా అవసరం. తీర సమీపంలో చమురు నిల్వల కోసం అన్వేషించటం ఇప్పటికే తీవ్రతరమయింది. ఈ ప్రయత్నాల ఫలితంగా సముద్ర యాంత్రిక సాంకేతిక శాస్త్రరంగాల్లో మహత్తర సాధనలకు అవకాశం లభించవచ్చు. ఇది సముద్ర సంపదను సంగ్రహించటానికి అవసరమైన అన్ని ప్రధాన రంగాల్లోనూ లాభప్రద ఫలితాలకు దారితీయవచ్చు. మన ప్రజల సర్వతోముఖాభివృద్ధి నిమిత్తం సముద్ర సంపదలను కొల్లగొట్టడానికి రకరకాల కఠినకార్యక్రమాలను చేపట్టడంలో ఆత్మవిశ్వాసాన్నీ వాటిని సాధించటంలో స్వయం సంపూర్ణతనూ లక్ష్యంగా పెట్టుకోవాలి.

భారతదేశం ప్రధానంగా సముద్రతీర దేశమనే వాస్తవాన్ని గుర్తించిన నేతలు చాలా కొద్ది మంది ఉండటం విచారకరం. సముద్రప్రాంతా లన్నిటిలోనూ సంపద్వంతమైన ఖండతీరాంచలం అనేది క్రమంగా వాలిపోయే గాధ జలమంచిక. అది తీరం నుంచి మొదలై సముద్రం అట్టడుగు వైపు ఒక్కసారి నిటారుగా వాలిపోయే బిందువు దాకా విస్తరించిన ప్రాంతం. ఈ తీరాంచలంలోని అగాధతమమైన లోతు 200 మీటర్లు. భారతదేశం చుట్టుపక్కల దీని వెడల్పు 5 నుంచి 100 కిలోమీటర్ల వెడల్పు దాకా మారుతుంటుంది. ఈ మొత్తం తీరాంచలాన్ని పునస్సంపాదిస్తే మనం దేశం సరిహద్దుల తమిళనాడు కేరళ రాష్ట్రాల మొత్తం వైశాల్యం కన్నా మించిన ప్రాంతాన్ని పొందుతుంది.

సముద్ర సంబంధి వనరులు స్థూలంగా నాలుగు వర్గాలు : (1) అత్యంత ప్రాచీనమూ ఈ నాటికీ పరమ ప్రధానమూ అయిన విషయం మానవ వినియోగార్థం ప్రత్యక్షంగా లభించే ఆహారపదార్థాలూ, పరోక్షంగా గ్రాసం, కోడి తిండి వగైరాలు. (2) సముద్రజలం నుంచి (ఉప్పుతో కలుపుకొని) నిష్కర్షించే విలువైన రసాయనాలు. (3) పెట్రోలు, ఇనపఖనిజం, వజ్రాలు మొదలైన అమూల్య వస్తువులూ, తదితర రసాయనాలూ ఖనిజాలూ – వీటిని సముద్రం అట్టడుగు నుంచి పునస్సంపాదిస్తారు. (4) మానవోపయోగానికి అందుబాటులో ఉన్న పాటుపోట్ల, తరంగాల, ఉష్ణశక్తి మొదలైనవాటి ప్రాకృతికశక్తి.

ఆహారమూలంగా

ప్రోటీన్లతో నిండిన ఆహారపదార్థాలకు సముద్రమనేది దాదాపు పరిమితుల్లేని ఆధారం. ఎఫ్.ఏ.ఓ. వారి అంచనాల ప్రకారం, 1977 లో ప్రపంచంలో మత్స్య పరిశ్రమల మొత్తం ఉత్పాదనలు 73 మిలియన్ టన్నులు. అయితే ఉత్పాదనావకాశాలు ఇంకా చాలా ఎక్కువ. ఇందులో భారతదేశం వాటా ఉపాంతమైనది - ఒకటిన్నర మిలియన్ టన్నుల కన్నా తక్కువ. అటు ఎఫ్.ఏ.ఓ. నిపుణులూ ఇటు భారతీయ శాస్త్రజ్ఞులూ తక్కువలో తక్కువగా వేసిన అంచనాల ప్రకారం, ఇప్పుడున్న మత్స్య సంపదను చెరుచుకోకుండాను, ప్రస్తుతం లభ్యమవుతున్న సాంకేతిక జ్ఞానాన్ని బట్టి మనదేశం ఇప్పటి మత్స్య సేకరణను పదింతలు అభివృద్ధి చేయవచ్చు. మన ప్రజల్లో 60 శాతం మందికి పైగా ఆమోదించే చేపలను తదితర సముద్రాహార పదార్థాలను వాడితే ప్రపంచంలోని ప్రధాన సమస్య అయిన తిండి కొరతనూ ప్రోటీన్ కొరతనూ పోగొట్టడంతో సాధ్యం.

గడచిన మూడు దశాబ్దాల్లో మత్స్య పరిశ్రమకు సంక్రమించిన శుభలక్షణాలేమంటే, 1948 నాటి ప్రపంచ మత్స్యోత్పాదన 19 మిలియన్ టన్నులుగా ఉండగా అది 1977 నాటికి 73 మిలియన్ టన్నులకు పెరిగింది. అది జనాభా పెరుగుదల రేటుకన్నా, భూమిమీది ఆహారోత్పాదన రేటుకన్నా చాలా ఎక్కువ. భారతదేశంలో కూడా 1951 తరువాత సముద్ర మత్స్య సేకరణ క్రమంగా పెరుగుతూ వచ్చింది.

మనదేశంలో మలస్కులు, క్రస్టేషియన్లు (మనం ఎగుమతి చేసే సముద్రాహార పదార్థాల్లో ఇప్పుడివే అధికభాగం) ఎంతో ప్రాముఖ్యమున్న ఆహారవస్తువులు. చాలాదేశాల్లో ఈ స్వాదుఖాద్యాల సంవర్ధన సర్వసాధారణం. మనమేమో చాలావరకు చేపలు పట్టడమే ప్రధానమనుకుంటున్నాం. మన తీరాల వెంబడి కనిపించే అసంఖ్యాక ఖండికల్లో, అఖాతాల్లో భారీయెత్తున మలస్క, క్రస్టేషియన్ జాతుల సంవర్ధన కేంద్రాల స్థాపనకు ఎంతో అవకాశముంది. ఫ్రాన్సులోనూ ఇతరత్రానూ ఒక హెక్టేర్ విశాలమైన మత్స్య సంవర్ధన కేంద్రం ఉత్పాదకత అంతే విశాలమైన సారవంతమైన భూమిలో

వరిగాని గోధుమలు గాని ఉత్పాదన చేయగల దానికి పదింతలు. సముద్రాహార పదార్థాలు ప్రోటీన్ సంపదలో చాలా రెట్లు మేలైనవి.

మనమింతకాలం నిర్లక్ష్యం చేసిన మరో ప్రధానాహారం శైవలాలు. సాంప్రదాయికంగా శాకాహారులైన మన ప్రజలు వాటిని సులభంగా ఆమోదిస్తారు. కడలి కలుపు మొక్కల్లో ప్రోటీన్లు ఎక్కువ. వాటి సేకరణ, ఉత్పాదన క్రమాలు సులభతరాలు. కొన్ని శైవలాలు శక్తిమూల్యం మేలిరకం చాకొలెట్లిచ్చే శక్తిని మించుతుంది. ఖండికాఖాతాల్లో శైవాల సంవర్ధనం ఎంతో లాభప్రదం. కొన్ని రకాల శైవలాలను మూలికావైద్యంలోనూ అయొడిన్ వంటి అమూల్య మూలకాల నిష్కర్షణలోనూ వాడుతుంటే మరికొన్నిటిని రకరకాల పారిశ్రామికోపయోగాల్లో వాడుతున్నారు.

తీరాంచలాలకు దూరంగా ట్యూనా, బిల్, సెయిల్ మత్స్య పరిశ్రమలనేవి చాలా పెద్ద వున్నాయి. సముద్ర మధ్య ప్రాంతాల్లోనూ హిందూమహా సముద్రంలోనూ ఉన్న మత్స్య సంపదను జపాన్‌వాళ్లు బాగా గుర్తించారు. ఈ ప్రాంతాలన్నిటా వాళ్లు భారీ యెత్తున వ్యాపించివున్నారు. మహాసముద్ర మత్స్యపరిశ్రమలో విజయం సాధించటమనేది చేపల మందలు ఏ ప్రాంతంలో ఎక్కువగా ఉంటాయో అవగాహన చేసుకోవటంలోనూ, మత్స్యపరిశ్రమ సాంకేతిక విషయాల్లో మనం సాధించగలిగిన నైపుణ్యాల మీదనూ ఆధారపడి వుంటుంది. తాతలనాటి పడవలూ వలలూ వాడే మత్స్యకారులు ఎడ్లతో నాగలితో పొలం దున్నే రైతుల్లాగానే. ఈ అసహాయులు తీరం నుంచి 15-20 కిలోమీటర్ల కన్నా దూరం పోలేరు.

అయితే ఇటీవలి కాలంలో రాష్ట్రప్రభుత్వాల మత్స్యశాఖలవారు అనేక అభివృద్ధి కార్యక్రమాలను సాధన నవీకరణ, యంత్రీకరణ రంగాల్లో చేపట్టారు. పెరిగిన యాంత్రిక సదుపాయాలు ఏమైతేనేం అనుకున్న ఫలితాలను సాధించలేకపోయాయి. అందుకు ప్రధానకారణం పరిశోధన రంగం నుంచి శాస్త్రీయ విజ్ఞాన రూపంలో వారికి సహాయం అందకపోవటమే.

సముద్రజలం నుంచి రసాయనాలు

మన ఆస్తులన్నింటిలో ఖరీదయింది సముద్రజలం. నల్లభైకన్నా ఎక్కువ మూలకాలు నిష్కర్షణీయ ప్రమాణాల్లో అందులో లభిస్తాయి. కాగితం గుజ్జు, మందులు, గాజు, సబ్బులు, తుపాకీ మందు – వీటి తయారీ వాడే సోడియం సల్ఫేట్ వాణిజ్యపు ప్రమాణంలో సముద్రజలం నుంచి నిష్కర్షిత మవుతున్నది. అనేక దేశాల్లో సముద్రజలం నుంచి మెగ్నీషియం, మెగ్నీషియం సంయోగాల నుంచి నిష్కర్షించే పెద్ద కర్మాగారాలు ఇప్పటికెప్పుడో ఉత్పత్తి చేస్తున్నాయి. సముద్రజలం నుంచి మెగ్నీషియమును నిష్కర్షించే సాంకేతిక విధానం కనిపెట్టినప్పటి నుంచే అవి చౌకగా దొరికే వస్తువయింది. ఈ తేలిక లోహం విమాన పరిశ్రమలో అన్నిటికన్నా ప్రాముఖ్యమైన భాగం. ఇది మనదేశాన్ని పారిశ్రామికం చేయటంలో గొప్ప పాత్ర వహించగలదు. భారతదేశంలో సముద్రజలం నుంచి ఉప్పును వేరుచేసిన తరువాత మిగిలే ద్రావణం – దాన్ని 'బిటర్న్' అంటారు. బ్రహ్మాండమైన పరిమాణంలో వృధా అయిపోతున్నదిప్పుడు. ఈ వ్యర్థ పదార్థం నుంచి సాలుకు 400,000 టన్నుల మెగ్నీషియం సల్ఫేటును, 70,000 టన్నుల పొటాషియం సల్ఫేటును, 7,000 టన్నుల బ్రోమిన్‌ను ఉత్పత్తి చేయవచ్చు.

సముద్రగర్భంలో ఖనిజ సేకరణ

భారతదేశానికి పైనున్న నేటికన్నా సముద్రం అడుగుభాగం మరింత దూరపు సరిహద్దుగా ఉంది. మన తీరాంచలంలో చమురు నిలవలు ఎంత సమృద్ధంగా ఉన్నాయో ఇంకా నిశ్చితంగా తెలీదు. వాటితో సమానమైన ప్రాధాన్యం కలవి 'నాడ్యూల్స్' అవి సముద్రగర్భంలో అగణనీయ ప్రమాణంలో దొరికే ఉల్లిగడ్డ ఆకారంలో ఉండే మాంగనీస్, ఇనుము, రాగి, కోబాల్ట్, నికెల్, భాస్వరం మొదలైన ఖనిజాల గాఢ రూపాలు. తగరం, వజ్రం, ఇనుము, బంగారాలను క్రమంగా మలేషియా, దక్షిణాఫ్రికా, జపాన్, కాలిఫోర్నియా తీరాల్లో సేకరిస్తున్నారు. అభివృద్ధి చెందిన దేశాలు సముద్ర గర్భం నుంచి ఖనిజాలను నిష్కర్షించటానికే గాక మానవులను కడలితీరాంచలాల్లో నివసిస్తూ,

తిరుగుతూ భూమిమీదలాగానే పనిచేయటానికి పంపటానికూ్కడా ప్రణాళికలు సిద్ధపరిచాయి. పూర్తి పరిమాణంలో నిష్కర్షణ కర్మాగారాలను కూడా సముద్రగర్భంలో నిర్మించవచ్చు; ఉత్పాదితాలను వినియోగ కేంద్రాలను పంపు చేయనూవచ్చు.

సముద్ర శక్తితో పనిచేయటం

పాటుపోట్లతో తరంగ చలనంలో దాగివున్న సముద్ర శక్తి, విభిన్న జలస్తరాల మధ్యగల తాపక్రమ భేదంలోని శక్తి అంతులేనివి. భూమిమీద వాటితో పోల్చదగిన సమశక్తి ఏదీలేదు. రాన్స్‌నదిలోకి వచ్చే పోటు నీటిలోని బ్రహ్మాండమైన శక్తిని వినియోగించడానికి ఫ్రాన్సులో ఒక భారీ పరిమాణం గల జల విద్యుత్కేంద్రాన్ని నిర్మించారు. ఆ కర్మాగారం సాలుకు దాదాపు 800 మిలియన్ల కిలోవాట్ గంటల శక్తిని విడుదల చేస్తున్నది. 1968 లో కిసల్యా గూబా దగ్గర రష్యన్లు ప్రాయోగికంగా నిర్మించిన వేలా విద్యుత్కేంద్రం 440 కిలోవాట్ల విద్యుత్తును ఉత్పత్తి చేస్తున్నది. మన సౌరాష్ట్రతీరంలో ఇంచుమించు 6 మీటర్ల ఎత్తుండే వేలాజలతరంగాల ఆటుపోటులకు అక్కడి విశాల తీరస్థలం రోజు రెండుసార్లు గురి అవుతున్నాయి. ఈ బలవత్తర జలసంచనాలను అదుపులోకి తెచ్చినట్లయితే భారతదేశంలోని వాయువ్య ప్రాంతాన్ని సర్వతోముఖాభివృద్ధికి తేగలిగినంత విద్యుచ్ఛక్తిని సృష్టించవచ్చు.

మహాసముద్రాలు తాపక్రమ స్తరితాలని మనకు తెలుసు. సముద్ర తీరానికి అంతదూరంలో కాకుండా, తరుచుగా దానికి సమాంతరంగా, సముద్రంలోని కొన్ని ప్రాంతాల్లో వేడినీటి పొర కింద ఒక చల్లనీటి పొర ఉంది. వేడినీటిని (30°-32°C) తీరంలోని కర్మాగారాలకు చేర్చవచ్చు. అధికపీడన పరిస్థితుల్లో మళ్లీ వేడి చేయవలసిన అవసరం లేకుండానే ఈ ఉష్ణోగ్రతలోని జలం మరుగుతుంది. ఈ విధంగా ఉత్పన్నమైన ఆవిరితో కర్మాగారాలను నడపవచ్చు. ఇలా వ్యయమై పోయిన ఆవిరిని తరుచుగా శీతలీకరించి, ద్రవీకరించి చల్లనీటి (15°-16°C) మధ్యగా వేసిన గొట్టాల ద్వారా పంపుచేసి మంచినీరుగా వాడవచ్చు. చల్ల నీరు సముద్రం లోపలి పొరల్లో దొరుకుతుంది. మిగిలిన బ్రైనీ ద్రవం నుంచి చాలా విలువైన రసాయనాలను

నిష్కర్షించవచ్చు. భారతదేశపు ప్రాక్రృతీచీతీరాల్లో ఇలాంటి కార్మాగారాల సమూహాలెన్నో స్థాపించి పెద్దలాభాలు గడించవచ్చు. అటువంటి చర్య మొత్తం కోస్తా ప్రాంతాలను ఒక్కసారి అభివృద్ధికి తెచ్చి పారిశ్రామికాభ్యున్నతిని సాధిస్తుంది. క్యూబా తీరంలో 1930 లో సముద్ర గర్భంలో ఉష్ణశక్తి కర్మాగారం నమూనాను నిర్మించారు. ప్రపంచంలోని విభిన్న ప్రాంతాల్లో ఉష్ణశక్తి వినిమాయక విద్యుత్ కేంద్రాలను (OTEC – Offshore Thermal Energy Conversion) భారీ ఎత్తున నిర్మించాలనుకుంటున్నారు. ఈ కేంద్రాల ద్వారా విద్యుదుత్పత్తి కారు చౌక అంటారు.

సముద్రశక్తి నిష్కర్షణకు ఇంకా చాలా ప్రయోజనకరాధారాలున్నాయి. వాటిలో తరంగాల నుంచి విద్యుదుత్పత్తి ఒకటి. 1960 తరువాత మహాసముద్రాల్లోని భిన్న ప్రాంతాల్లో అల్పసామర్థ్యం (90-120 వాట్లు) గల వాత యంత్రాల తరహా తరంగప్రేరిత పరివర్తక ఉత్పాదకయంత్రాలు (Wave Activated Turbine Generators – WATG) వాడుకలో ఉన్నాయి. వీటిని మామూలుగా నౌకాయాన సూచకమంచకాలకు విద్యుత్తు సరఫరా చేయటానికి వాడుతున్నారు. అయితే ఈ విధంగా ఉత్పాదించే విద్యుచ్ఛక్తితో తేలేడే కాంక్రీట్ నిర్మాణాల మీద చిన్న చిన్న పరిశ్రమ కేంద్రాలను స్థాపించవచ్చు. పరివర్తక యంత్రాలను నడిపి విద్యుదుత్పత్తి చేయటానికి సముద్ర వాయువు మహాసముద్ర ప్రసరణాలు వగైరాలను వినియోగించవచ్చు. ఇంతకుముందు పేర్కొన్న ఉష్ణతాప క్రమ ప్రవణ శక్తి వ్యవస్థల పద్ధతిలో లవణీయతా ప్రవణశక్తి వ్యవస్థలను రూపొందించి విద్యుదుత్పత్తి చేయవచ్చు. అయితే ఇవన్నీ అత్యంత ఉన్నతస్థాయి సాంకేతిక విజ్ఞానం అపేక్షిస్తాయి కాబట్టి మరికొన్ని సంవత్సరాల పాటు వేచిచూడాలి.

అవసర చర్య

భారతదేశం సముద్రతీర దేశాల్లో ప్రధానమే కాని భారతీయులమైన మనం భూగోళం మొత్తంలో సముద్రోన్ముఖత్వంలో కనిష్ఠాభిమానం కలవాళ్ల మనిపిస్తుంది. సముద్ర తీరాల్లో నివసించే ప్రజలు కూడా సముద్ర వ్యవహారంలో సక్రియాభిరుచి ప్రదర్శించటం లేదు. ఇందుకు ఏకైక అపవాదం

జెస్తవాళ్లు. అయితే వాళ్లవృత్తి మీద చాలా ఎంచికే చిన్నచూపు ఇందుకు కొంతకారణం సముద్ర ప్రయాణం పాపకర్మ అని భావించే మన ప్రాచీన సంప్రదాయం. ఈ కాలంలో కూడా ప్రాచీన నియమావళికి సముద్ర ప్రయాణం వ్యతిరేకమని తరుచుగా భావిస్తున్నారు. అంతకన్నా ముఖ్యకారణం బహుశా సముద్రాన్ని గురించి సరైన పరిజ్ఞానం లేకపోవటం కావచ్చు. దానివల్ల కలిగే అనంత ప్రయోజనాలు తెలియకపోవటం కావచ్చు. ఈ విషయం మీద ఇప్పటికైనా మన విద్యావేత్తల దృష్టి పడకపోయింది. మన పిల్లలకు దేశాభిమానంలో దేశపరిసరాల్లోని సముద్రాలను ప్రేమించటం కూడా ఇమిడి వుందని బోధించటం అవసరం. మనపిల్లలు కేవలం వినోద విలాసాలకోసమే కాక జీవితంలోని గంభీర వ్యాసంగాల కోసం కూడా సముద్రాల దగ్గరకు పోవాలని ప్రోత్సహించాలి. ఇప్పుడు తీరంనుంచి 200 నాటికల్ మైళ్ళ దూరం దాకా ఆయా దేశాల ఆర్థిక వ్యవహార ప్రాంతమేనని అంతర్జాతీయ సమాజం కూడా అంగీకరించింది కాబట్టి, సముద్ర రాజ్యంలో కనీసం అంతదూరం వరకైనా మన ఆలోచనలనూ కార్యకలాపాలను విస్తరించుకొనే అధికారం మనకుంది. సముద్రాధిపత్య సంపాదన మార్గంలో మనం క్రమక్రమంగా పురోగమించవలసి వుంది. మహాసముద్ర రంగంలో మన సాధించే విజయాలే ప్రపంచ రాజ్యాల్లో మనకు గౌరవస్థానం సంపాదించగలవు ఇది ఒక్కటే నిరంతరాభివృద్ధి చెందుతున్న మన ప్రజానీకానికి నిరంతరాయంగా అభివృద్ధి అవకాశాలు కల్పించగలదు.

మొత్తం ప్రపంచ వైశాల్యంలో మనదేశ వైశాల్యం 2.5 శాతం మాత్రమే అయినా ప్రపంచ జన సంఖ్యలో మనది 15 శాతం. అందువల్ల మనకు చుట్టూ వున్న సముద్రమే భూతలం కన్నా ముఖ్యతరమనేది విస్పష్టం. "మన జీవన మనేదే మహాసముద్రాల మీద ఆధారపడింది" అనే జాన్ ఎఫ్. కెన్నెడీ మాటలు ప్రపంచంలోని ఇతర దేశాల కన్నా మనదేశానికి నిజంగా [illegible]యిస్తుంది.

[illegible]మినాట్ అనే అమెరికా వారి సముద్రగర్భ పరిశోధక నౌక అక్టోబర్ 1967 లో ఫ్లారిడా గవర్నరైన క్లాడ్ కిర్క్ అనే మాననీయ ప్రయాణికు[illegible] [illegible]కపోయింది. మియామీ తీరానికి 15 కిలోమీటర్ల దూరాన ఆం[illegible]

జలశ్వసనికనూ ఈతదుస్తులనూ ధరించి నౌకమీది నుంచి దిగి తన రాష్ట్ర పతాకనూ దేశ పతాకనూ సముద్ర గర్భంలో పాతాడు. దరిమిలా తీరానికి తిరిగి చేరిన తరువాత ఆయన పత్రికా విలేఖరులకు ఇలా చెప్పాడు. "మహాసముద్ర భూతలాన్ని గురించి ప్రస్తావించినప్పుడు సరిహద్దుల విషయం పట్టించుకోకండి. అది ఎవరి అధీనంలో ఉందనేదే ఏకైక ప్రశ్న. ఆ దృష్టితోనే స్పానియర్డులు వ్యవహరించారు. 'ఇది నాది' అని స్వాధీనం చేసుకున్నారు. అమెరికా కూడా అలాగే ప్రవర్తించాలి."

బహుశా మనం కూడా అలాగే చేయాలి. అలా చేయకపోయినా మనం అనుమిత ప్రాంతంలోని సమృద్ధ సముద్ర సంపదను అన్వేషించి స్వాయత్తం చేసుకోవాలి. మనం ఆ పని మీదనే దృష్టిని కేంద్రీకరించాలి. మనం దేశం చుట్టూ వున్న సముద్రజలాల అడుగున నిక్షిప్తమై ఉన్న అపారసంపదను సక్రమంగా వినియోగించ గలిగితే మనకు బంగారు భవిష్యత్తు తప్పదు. కష్టసాధ్యమైనా ఎంతో లాభసాటిదైనా ఈ కార్యాన్ని నిర్వహించటంలో మన దేశ యువకులకు ఎక్కువ బాధ్యత ఉంది. వారి అదృష్ట పరీక్ష తీరాలకు దూరంగానే జరుగుతుంది.

Printed at Paramount Graphics Pvt. Ltd. New Delhi